Bedienungsanleitung
Software SPECTRO3-SL-Scope V1.1

(PC Software für Microsoft® Windows® XP, VISTA, 7)

für Farbsensoren der SPECTRO-3-SL Serie
mit interner Temperaturkompensation und Weißlichtabgleich

Die vorliegende Bedienungsanleitung dient zur Installation der PC-Software für den SPECTRO-3-SL Farbsensor. Zur Unterstützung der Inbetriebnahme des Farbsensors werden in dieser Bedienungsanleitung die einzelnen Funktionselemente der graphischen Windows® Benutzeroberfläche erklärt.

Die Signalerfassung mit dem SPECTRO-3-SL ist sehr flexibel. Der Sensor kann z.B. im Wechsellicht Modus (AC Mode) betrieben werden. Hier ist der Sensor unabhängig gegen Fremdlicht. Auch ein Gleichlichtbetrieb (DC Mode) kann eingestellt werden. Hier ist der Sensor extrem schnell. Eine OFF Funktion schaltet die integrierte Lichtquelle am Sensor aus und wechselt in den DC-Betrieb, dann kann der Sensor sogenannte „Selbstleuchter" erkennen. Die stufenlose Einstellmöglichkeit der integrierten Lichtquelle sowie eine selektierbare Verstärkung des Empfängersignals und eine INTEGRAL Funktion ermöglichen eine Einstellung des Sensors auf nahezu jede Oberfläche oder jeden „Selbstleuchter".

Ist die integrierte Beleuchtung des SPECTRO-3-SL Farbsensors aktiviert, detektiert der Sensor die am Messobjekt diffus zurückreflektierte Strahlung. Als Lichtquelle wird am SPECTRO-3-…-SL Farbsensor eine Weißlicht-LED mit einstellbarer Sendeleistung eingesetzt. Als Empfänger wird ein integrierter 3-fach-Empfänger für den Rot-, Grün- und Blau-Anteil des vom Messobjekt zurückreflektierten Lichtes, oder des vom „Selbstleuchter" emittierten Lichts, verwendet.

Beim UV-Farbsensor SPECTRO-3-FIO-UV-SL wird als Lichtquelle eine UV-LED (375 nm) mit einstellbarer Sendeleistung zur Anregung der lumineszierenden Markierung eingesetzt. Als Empfänger wird ein integrierter 3-fach-Empfänger für den Rot-, Grün- und Blau-Anteil des von der Lumineszenzmarkierung emittierten sichtbaren Lichtes verwendet. Die Verstärkung des Empfängers kann in 8 Stufen eingestellt werden. Dies ermöglicht es, den Sensor auf nahezu jeden, im langwelligen UV-Bereich (375 nm) anregbaren, lumineszierenden Farbstoff optimal einzustellen.

Den Farbsensoren der SPECTRO-3-SL Serie können bis zu 3 Farben „angelernt" werden. Für jede angelernte Farbe können Toleranzen vergeben werden. Im „X Y INT - 2D" oder „s i M - 2D" Modus bilden die Toleranzen einen Farb-Zylinder im Raum ab. Im „X Y INT - 3D" oder „s i M - 3D" Modus bildet die Toleranz eine Farb-Kugel im Raum ab. Die Farbauswertung nach siM lehnt sich an die Lab Berechnungsmethode an. Alle Modi können in Verbindung mit mehreren Betriebsarten, u.a. „FIRST HIT" und „BEST HIT", benutzt werden. Die Darstellung der Rohdaten erfolgt mit einer 12 Bit Auflösung.

Ein besonderes Feature ist, dass dem Sensor zwei völlig voneinander unabhängige Parametersätze eingelernt werden können. Mit dem Eingang IN0 (Gehäusetaster) teilt man dem Sensor mit, mit welchem Parametersatz gearbeitet werden soll.

Die Farberkennung arbeitet entweder kontinuierlich oder sie wird durch ein externes SPS-Trigger-Signal gestartet. Die jeweils erkannte Farbe liegt entweder als Binärcode an den 2 Digitalausgängen an oder kann direkt auf die Ausgänge ausgegeben werden, wenn nur bis zu 2 Farben erkannt werden sollen.

Über den Eingang IN0 (Gehäusetaster) können dem Farbsensor bis zu 3 Farben (max. 64 Farben im Gruppenmodus) gelernt werden. Dazu muss der entsprechende Auswertemodus per Software eingestellt werden.

Über die RS232-Schnittstelle können Parameter und Messwerte zwischen PC und dem SPECTRO-3-SL Farbsensor ausgetauscht werden. Sämtliche Parameter zur Farberkennung können über die serielle Schnittstelle RS232 im nichtflüchtigen EEPROM des SPECTRO-3-SL Farbsensors gespeichert werden. Nach erfolgter Parametrisierung arbeitet der Farbsensor im STAND-ALONE Betrieb mit den aktuellen Parametern ohne PC weiter.

Die Sensoren der SPECTRO-3-SL Serie können kalibriert werden (Weißlichtabgleich). Der Abgleich kann dabei auf eine beliebige weiße Oberfläche erfolgen. Alternativ dazu ist eine ColorChecker™ Tabelle erhältlich. Diese verfügt über 24 Farbfelder nach der CIE-NORM. Der Weißlichtabgleich bzw. die Kalibrierung kann auf eines der weißen, grauen oder schwarzen Felder erfolgen.

Der UV-Farbsensor SPECTRO-3-FIO-UV-SL kann ebenfalls kalibriert werden. Analog zum Weißlichtabgleich bei den Weißlicht-Farbsensoren könnte der Abgleich des SPECTRO-3-FIO-UV-SL auf eine beliebige lumineszierende Farbmarkierung erfolgen.

0. Inhalt

Seite

Shortcuts:

SEND	F9
GET	F10
GO	F11
STOP	F12

1. Installation der SPECTRO3-SL-Scope Software

Für eine erfolgreiche Installation der SPECTRO3-SL-Scope Software müssen folgende Hardware-Voraussetzungen erfüllt sein:

- IBM PC AT oder kompatibler
- VGA-Grafik
- Microsoft® Windows® XP, VISTA, 7
- Serielle RS232-Schnittstelle am PC
- Microsoft®-kompatible Maus
- Kabel für die RS232-Schnittstelle (cab-las4/PC oder cab-las4/USB)
- CD-ROM-Laufwerk
- 20 MByte freier Festplattenspeicher

Die SPECTRO3-SL-Scope Software kann nur unter Windows installiert werden. Deshalb müssen Sie zunächst Windows starten, falls es noch nicht aktiv ist.

Installieren Sie nun die Software wie im Folgenden beschrieben:

1. Sie können die Software direkt von der Installations-CD-ROM installieren. Auf der CD-ROM befindet sich der Ordner SOFTWARE. In diesem Ordner ist eine SETUP Anwendung. Zum Installieren der Software müssen Sie diese Setup-Anwendung starten.

2. Das Installationsprogramm meldet sich mit einem Dialogfeld und schlägt vor, die Software im Verzeichnis C:\“DATEINAME“ auf der Festplatte einzurichten.
   Akzeptieren Sie den Vorschlag mit **OK** oder [**ENTER**] oder ändern Sie die Pfad-Vorgaben nach Ihren Wünschen.

3. Während der Installation wird eine neue Programm-Gruppe für die Software im Windows Programm-Manager erzeugt. Außerdem wird in der erzeugten Programmgruppe ein Icon für den Start der Software automatisch generiert. Falls die Installation erfolgreich durchgeführt werden konnte, meldet sich das Installationsprogramm mit einer Dialogbox ‘’Setup OK’’.

4. Nach erfolgreicher Installation kann die Software durch Doppelklick auf das Icon mit der linken Maustaste gestartet werden.

Windows® ist ein eingetragenes Warenzeichen der Microsoft Corp.
VGA™ ist ein Warenzeichen der International Business Machines Corp.

2. Bedienung der SPECTRO3-SL-Scope Software

Bitte lesen Sie diesen Abschnitt zuerst durch, bevor Sie die Einjustierung und Parametrisierung des SPECTRO-3-SL Farbsensors vornehmen.

Nach dem Aufruf der SPECTRO3-SL-Scope Software erscheint folgendes Fenster auf der Windows Oberfläche:

Das Fenster wird in seiner Größe und Position wieder dort platziert, wo es sich beim letzten Verlassen der Software befand. Durch einen Doppelklick mit der rechten Maustaste z.B. unterhalb des Minimierungssymbols wird das Fenster in seiner Originalgröße mittig zentriert.

Eine Kurz-Hilfe wird durch Drücken der rechten Maustaste auf ein einzelnes Element angezeigt.

2.1 Registerkarte CONNECT

CONNECT:
Durch Drücken von **CONNECT** öffnet sich eine Ansicht, in der man die Schnittstelle wählen und konfigurieren kann.

In dem Funktionsfeld **COMMUNICATION PROTOCOL** kann entweder ein **RS232** oder ein **TCP/IP** Protokoll ausgewählt werden.
Wählt man **RS232**, kann man mit **SELECT COM PORT** einen Port von 1 bis 256 auswählen, je nachdem an welchem der Sensor angeschlossen ist. Der Sensor arbeitet mit einer eingestellten Baudrate, die über **CHANGE BAUDRATE** verändert werden kann (siehe unten). Sowohl der Sensor als auch die Benutzeroberfläche müssen mit der gleichen Baudrate arbeiten.
Über **SELECT BAUDRATE** stellt man auf der Benutzeroberfläche die Baudrate ein. Sollte die Software nach dem Starten nicht automatisch eine Verbindung aufbauen kann mit **SELECT BAUDRATE** die richtige Baudrate gefunden werden.
Wenn man mit einem Adapter arbeitet, dann kann man die **COM PORT** Nummer über den Hardwaremanager in der Systemsteuerung ermitteln.
Zur Kommunikation des Sensors über ein lokales Netzwerk wird ein RS232 zu Ethernet Adapter benötigt. Dieser ermöglicht es eine Verbindung zum Sensor über das **TCP/IP** Protokoll herzustellen.
Die von uns erhältlichen Netzwerk Adapter basieren auf dem Lantronix XPort Modul. Um die Adapter zu parametrisieren (Vergabe von IP-Adresse, Einstellung der Baudrate,…), kann man die von Lantronix im Internet kostenlos bereitgestellte Software („DeviceInstaller“) unter http://www.lantronix.com/ downloaden. DeviceInstaller basiert auf dem „ .NET “ framework von Microsoft. Eine ausführliche Anleitung zur Bedienung der Software „DeviceInstaller“ kann ebenso von Lantronix bezogen werden.
Um eine Verbindung zum Adapter herzustellen, muss dessen IP-Adresse oder HOST Name in das Eingabefeld **IP ADRESS (xxx.xxx.xxx.xxx) OR HOST NAME** eingetragen werden. Im DROP DOWN Menü (Pfeil nach unten) sind die letzten 10 verwendeten IP Adressen aufgelistet und können durch Anklicken direkt übernommen werden. Die DROP DOWN Liste bleibt auch nach Beenden der Software erhalten.
Die **PORT NUMBER** für die auf dem XPort basierenden Netzwerkadapter ist auf 10001 festgelegt und muss belassen werden.
Nach Drücken von **TRY TO CONNECT** versucht die Software eine Verbindung mit den eingestellten Parametern aufzubauen. Der Status der Kommunikation wird im Anzeigedisplay angezeigt. Meldet sich der Sensor mit seiner FIRMWARE ID, kann man mit **ACCEPT SETTINGS** die eingestellte Verbindungsart beibehalten. Die Software schaltet automatisch auf den Registerkarte **PARA** um. Erhält man ein **TIMEOUT**, konnte die Software keine Verbindung zum Sensor herstellen. In diesem Fall sollte zunächst geprüft werden, ob das Schnittstellenkabel richtig angebracht wurde, ob der Sensor an Spannung liegt und ob die eingestellten Parameter richtig gewählt wurden.
Wurde eine Verbindung mit **ACCEPT SETTINGS** bestätigt, dann startet die Software beim nächsten Aufruf automatisch mit dieser Einstellung.

Beachte:	**Grundvoraussetzung für die Messwertübertragung vom PC zum Sensor ist die stabile Funktion der Schnittstelle.** **Aufgrund der begrenzten Datenübertragungsrate über die serielle RS232-Schnittstelle können nur langsame Veränderungen der Rohsignale am Sensor-Frontend im graphischen Ausgabefenster des PC mitverfolgt werden.** **Zur Einhaltung der maximalen Schaltfrequenz am Sensor muss zudem der Datenaustausch mit dem PC beendet werden (STOP-Taste drücken).**
Achtung !	

Die Baudrate zur Datenübertragung über die RS232 Schnittstelle kann mit **SELECT BAUDRATE** und **CHANGE BAUDRATE** eingestellt werden.

Zum Ändern muss zuerst über **TRY TO CONNECT** eine Verbindung aufgebaut werden.

Erst jetzt ist der Button **CHANGE BAUDRATE** aktiv.

Unter **SELECT BAUDRATE** kann jetzt eine neue Baudrate ausgewählt werden.

Durch Drücken von **CHANGE BAUDRATE** wird die neue Baudrate zum Sensor übertragen.

Nachdem die neue Baudrate erfolgreich übertragen worden ist arbeitet der Sensor mit der neuen Baudrate. Außerdem erscheint im Anzeigefenster eine Aufforderung **EEPROM** zu selektieren und anschließend **SEND** zur drücken. Erst nach Drücken von **EEPROM** und **SEND** wird bei einem Hardware-Reset mit der neuen Baudrate gestartet.

Durch Drücken von **ACCEPT SETTINGS** werden die aktuellen Schnittstellen-Einstellungen gespeichert und nach einem Neustart der Software automatisch eingestellt.

Über den Button **GEN. HW INFO FILE** wird ein File erzeugt, in dem alle wichtigen Sensordaten verschlüsselt hinterlegt werden.

Dieses File kann zu Diagnosezwecke an den Hersteller gesendet werden.

2.2 Registerkarte PARA1, Taste SEND, GET, GO, STOP

PARA1:
Durch Drücken von **PARA1** öffnet sich eine Ansicht, in der man die Sensorparameter einstellen kann.

Beachte: Eine Änderung der Funktionsgruppen Parameter wird erst nach Betätigung der SEND-Taste im MEM-Funktionsfeld am Sensor wirksam!

SEND [F9]:
Durch Anklicken der Taste **SEND** (bzw. per Shortcut Keytaste F9) werden alle aktuell eingestellten Parameter zwischen PC und dem Sensor übertragen. Das Ziel der jeweiligen Parameterübertragung wird durch den selektierten Auswahlknopf (**RAM**, **EEPROM** oder **FILE**) festgelegt.

GET [F10]:
Durch Anklicken der Taste **GET** (bzw. per Shortcut Keytaste F10) können die aktuellen Einstellwerte vom Sensor abgefragt werden. Die Quelle des Datenaustausches wird über den selektierten Auswahlknopf (**RAM**, **EEPROM** oder **FILE**) festgelegt.

RAM:
Die aktuellen Parameter werden nach Drücken von **SEND** in den **RAM** Speicher des Sensors geschrieben bzw. nach Drücken von **GET** aus dessen **RAM** Speicher gelesen, d.h. nach Ausschalten der Spannung am Sensor gehen diese Parameter wieder verloren.

EEPROM:
Die aktuellen Parameter werden nach Drücken von **SEND** in den Speicher des nichtflüchtigen **EEPROMS** im Sensor geschrieben oder durch Drücken von **GET** aus dessen **EEPROM** gelesen, d.h. nach Ausschalten der Spannung am Sensor bleiben die im internen **EEPROM** abgelegten Parameter erhalten.

FILE:
Die aktuellen Parameter können nach Drücken von **SEND** in ein auswählbares File auf der Festplatte geschrieben werden bzw. durch Drücken von **GET** davon gelesen werden. Nach Drücken von **SEND** oder **GET** öffnet sich eine Dialogbox, in der man das gewünschte File selektieren kann.

GO [F11]:
Nach Anklicken dieser Taste wird der Datentransfer vom Sensor zum PC über die serielle RS232 Schnittstelle gestartet. Unter **SOURCE** wählt man aus, welche Signale in den Displays und Graphen zur Anzeige gebracht werden.

STOP [F12]:
Nach Anklicken dieser Taste wird der Datentransfer vom Sensor zum PC über die serielle RS232 Schnittstelle beendet.

SET:
Arbeitet man mit **TRIGGER=PARA**, dann können dem Sensor zwei Parametersätze abgespeichert werden.
Über **SET** wählt man aus, ob die aktuellen Parameter auf der Benutzeroberfläche im Sensor als Parametersatz 0 oder Parametersatz 1 abgespeichert werden sollen.
Über den Eingang IN0 (Gehäusetaster) teilt man dem Sensor mit, mit welchem Parametersatz gearbeitet werden soll.
SET ist nur bei **TRIGGER=PARA** aktiv.

POWER MODE:
In diesem Funktionsfeld kann die Betriebsart der Leistungsnachregelung an der Sendeeinheit eingestellt werden.

STATIC:
Die Senderleistung wird entsprechend dem am Schieberegler **POWER [pm]** eingestellten Wert konstant gehalten (empfohlene Betriebsart). **POWER** kann mit Hilfe des Schiebereglers oder durch Eingabe in die Edit-Box eingestellt werden. Der Wert 1000 bedeutet volle Intensität an der Sendereinheit, beim Wert 0 wird die kleinste Intensität am Sender eingestellt.

DYNAMIC:
Die LED-Sendeleistung wird automatisch anhand der vom Gegenstand diffus zurückreflektierten Strahlungsmenge dynamisch geregelt. Der Regelkreis versucht anhand der an den Empfängern gemessenen Intensitäten die Sendeleistung automatisch so einzustellen, dass der Dynamikbereich, welcher mit **DYN WIN LO** und **DYN WIN HI** festgelegt wird, möglichst nicht verlassen wird.
Zur Intensitätsauswertung wird bei **POWER MODE = DYNAMIC** der **POWER** Wert herangezogen und nicht mehr die aus den Signalen errechnete Intensität. Man könnt auch sagen, dass man die Senderintensität auswertet, die dem Parameter **POWER** entspricht. Dies macht man, weil man dem Sensor über **DYN WIN LO** und **HI** mehr oder weniger vorgibt, auf welche Intensität er sich einregeln soll. Die Leistung, die in den Sender fließt, um diese Intensität zu erreichen ist viel aussagekräftiger als die Intensität des Signals selbst.

LED MODE:
Hier kann eingestellt werden, wie die integrierte Lichtquelle des Sensors angesteuert wird.
DC: In diesem Mode ist der Sensor extrem schnell. Leider ist der Sensor im **DC** Mode leicht Fremdlicht empfindlich. Leuchtet jedoch die Fremdlichtquelle nicht direkt in den Empfänger des Sensors, dann wird das Signal nur sehr geringfügig beeinflusst.
AC: Hier ist der Sensor unabhängig gegenüber Fremdlicht. Dies wird dadurch erreicht, dass die integrierte Lichtquelle „moduliert" wird. D.h. das Licht wird ein und ausgeschaltete. Im ausgeschalteten Zustand wird einfach der Fremdanteil im Signal ermittelt und vom eingeschalteten Zustand abgezogen.
OFF: Die interne Lichtquelle des Sensors wird ausgeschaltet. Jetzt kann der Sensor für sogenannte „Selbstleuchter" verwendet werden. Selbstleuchter sind Lichtquellen, die aktiv Licht emittieren (LEDs, Lampen, etc.). Im **OFF** Mode können weder der **POWER MODE** noch **POWER** verstellt werden. Außerdem ist ein externes Teachen mit **DYN1** nicht möglich.

GAIN:
Hier wird die Verstärkung des Empfängers eingestellt. Es können 8 verschiedene Verstärkungsstufen eingestellt werden (AMP1 bis AMP8). **GAIN** sollte so eingestellt werden, dass der Sensor bei einem mittleren **POWER** Wert in seinem Dynamikbereich (Rot, Grün, Blau zwischen 2750 und 3750) arbeitet.
Im **AC** Mode wirkt sich **GAIN** direkt auf die Scanfrequenz aus. Die momentane Scanfrequenz wird in der Registerkarte **SCOPE** angezeigt.

AVERAGE:
In diesem Funktionsfeld wird die Anzahl der Abtastwerte (Messwerte) eingestellt, über die das am Empfänger gemessene Rohsignal gemittelt wird. Ein größerer **AVERAGE** Vorgabewert reduziert das Rauschen der Rohsignale der Empfangseinheit, gleichzeitig verringert sich die maximal erreichbare Schaltfrequenz des Sensors.

INTEGRAL:
In diesem Funktionsfeld wird die Anzahl der Abtastwerte (Messwerte) eingestellt, über die das am Empfänger gemessene Rohsignal aufsummiert wird. Durch diese Integralfunktion lassen sich auch extrem schwache Signale sicher erkennen. Ein größerer **INTEGRAL** Vorgabewert erhöht das Rauschen der Rohsignale der Empfangseinheit, gleichzeitig verringert sich die maximal erreichbare Schaltfrequenz des Sensors.

INFO:
Der **POWER** Schieberegler ist nur im **POWER MODE = STATIC** wirksam.
DYN WIN LO und **DYN WIN HI** sind nur im **POWER MODE = DYNAMIC** wirksam.

EVALUATION MODE BEST HIT

EVALUATION MODE:
In diesem Funktionsfeld kann der Auswerte-Modus am SPECTRO-3-SL Farbsensor eingestellt werden.

In die Auswertemodi **FIRST HIT, BEST HIT, MIN DIST und COL2** ist das Funktionsfeld **CALCULATION MODE** aktive. Aus den Rohdaten Rot, Grün und Blau wird eine Farbinformation berechnet, die dann entsprechend ausgewertet wird.

Bei den Auswertemodi **THD Red Green, THD Red Blue und THD Green Blue** werden für die entsprechenden Kanäle nur Schaltschwellen vergeben. Hier werden zur Auswertung die Rohdaten Rot, Grün und Blau einzeln betrachtet.
Ist das aktuelle Signal größer als die eingestellte Schaltschwelle, dann ist der entsprechende Ausgang auf HI. Liegt das Signal darunter, dann geht der Ausgang auf LO.

Die **TEACH TABLE** wird abhängig von **EVALUATION MODE** und **CALCULATION MODE** entsprechend angepasst.
Nachfolgend wird zur Erklärung der Auswertemodi **FIRST HIT, BEST HIT, MIN DIST und COL2** die Berechnungsmethode **CALCULATION MODE „X Y INT - 2D“** herangezogen.

EVALUATION MODE FIRST HIT

	X	Y	CTO	INT	ITO
0	2354	903	100	1555	100
1	2354	903	200	1555	200
2	2354	903	300	1555	300
3	2354	903	400	1555	400
4	1	1	1	1	1

FIRST HIT:
Die aktuell gemessenen Farbwerte werden mit den Vorgabewerten in der **TEACH TABLE** (Farbtabelle), beginnend mit der Lernfarbe 0, verglichen. Falls beim zeilenweisen Vergleich die aktuellen Farbwerte mit den in der Farbtabelle eingetragenen Lern-Parametern übereinstimmen, wird dieser erste „Treffer“ in der Farbtabelle wird als Farbnummer (**C-No**.) angezeigt und an den Digitalausgängen (OUT0 und OUT1) entsprechend der Einstellung des Parameters **OUTMODE** ausgegeben (siehe **OUTMODE**).
Falls die aktuelle Farbe mit keiner der Lernfarben übereinstimmt, wird der Farbcode **C-No**. = 255 gesetzt („Fehlerzustand“).

Tipp! Dieser Modus findet seine Anwendung, wenn nur eine Farbe eingelernt wird und diese gegen „wegdriften“ kontrolliert werden muss. Durch die aufsteigenden Toleranzfenster kann man dies sehr gut detektieren und eventuelle Gegenmaßnahmen einleiten.
Tipp! Möchte man z.B. nur die X/Y Koordinaten kontrollieren und man legt keinen Wert auf die Intensität **INT**, dann kann man für **ITO** eine Toleranz von 4000 wählen, somit ist dieses Prüfkriterium immer erfüllt.
Tipp! Eine Eingabe in eine Zelle der Tabelle erfolgt entweder mit einem Doppelklick auf die jeweilige Zelle, oder durch Markieren der Zelle und Drücken von F2.
Tipp! Die Lernfarben werden erst nach Drücken von **SEND** aktiviert!

EVALUATION MODE BEST HIT

	X	Y	CTO	INT	ITO	
0	2364	894	200	1580	200	
1	1379	1700	200	1112	200	
2	1120	1084	200	1127	200	
3	1	1	1	1	1	

BEST HIT:
Die aktuell gemessenen Farbwerte werden mit den Vorgabewerten in der **TEACH TABLE** (Farbtabelle), beginnend mit der Lernfarbe 0, verglichen. Falls beim zeilenweisen Vergleich die aktuellen Farbwerte mit mehreren in der Farbtabelle eingetragenen Lern-Parametern übereinstimmen, ist der Lernparameter ein Treffer, welcher die kürzeste x/y Distanz zum aktuellen Farbwert hat.
Dieser „Treffer“ in der Farbtabelle wird als Farbnummer (**C-No**.) angezeigt und an den Digitalausgängen (OUT0 und OUT1) entsprechend der Einstellung des Parameters **OUTMODE** ausgegeben (siehe **OUTMODE**).
Falls die aktuelle Farbe mit keiner der Lernfarben übereinstimmt, wird der Farbcode **C-No**. = 255 gesetzt („Fehlerzustand“).

Tipp! Dieser Modus findet seine Anwendung, wenn mehrere Farben voneinander getrennt werden müssen und nur gewisse Oberflächenschwankungen erlaubt sind.
Tipp! Da man hier bei mehreren „Treffern“ die kürzeste Distanz der aktuellen Farbe zu den Zentren der eingelernten Farben sucht, dürfen die einzelnen Toleranzfenster (Kreise) überlappen. Der Sensor detektiert den „**besten „Treffer“**.
Tipp! Eine Eingabe in eine Zelle der Tabelle erfolgt entweder mit einem Doppelklick auf die jeweilige Zelle, oder durch Markieren der Zelle und Drücken von F2.
Tipp! Im **CALCULATION MODE „X Y INT - 3D“** bzw. **„s i M - 3D“** wird die kürzeste Distanz im dreidimensionalen Raum berechnet.
Tipp! Die Lernfarben werden erst nach Drücken von **SEND** aktiviert!

EVALUATION MODE MIN DIST

	X	Y		INT	ITO
0	2376	892	40	1570	200
1	1373	1710	40	1095	200
2	1126	1078	40	1130	200
3	1	1	1	1	1

MIN DIST:
Die einzelnen in der Farbtabelle definierten Lernfarben liegen im Farbdreieck entsprechend ihrer (X,Y)-Wertepaare als Punkte vor. Falls dieser Auswerte-Modus am Sensor eingestellt wird, berechnet der Auswerte-algorithmus die Distanz ausgehend vom aktuell gemessenen Farbwert (X,Y) zu den einzelnen Lernfarben im Farbdreieck. Der aktuelle Farbwert (X,Y) wird derjenigen Lernfarbe zugeordnet, die im Farbdreieck am nächsten liegt.

Darüber hinaus wird geprüft, ob zusätzlich die Intensitätsbedingung für diese Farbe gegeben ist. Ist die Intensitätsbedingung nicht gegeben, dann wird die zweitkürzeste Distanz geprüft usw.

Die so erkannte Farbe wird an den Digitalausgängen (OUT0 und OUT1) entsprechend der Einstellung des Parameters **OUTMODE** ausgegeben (siehe **OUTMODE**).
C-No. wird nur dann auf 255 gesetzt, wenn die aktuelle Intensität den unter **INTLIM** eingestellten Wert unterschreitet (siehe **INTLIM**).

Bemerkung! Der Wert 40 wird hier nur eingetragen, um die Koordinaten der einzelnen Lernfarben im Graphen darstellen zu können. Er hat für die Auswertung keine Bedeutung.
Tipp! Dieser Modus findet seine Anwendung, wenn man mehrere farblich getrennte Oberflächen eingelernt hat und eine aktuelle Farbe auf alle Fälle einer der eingelernten Farben zugeordnet werden muss. Dies ist der Fall, wenn man z.B. eine Produktstreuung kompensieren möchte oder Sortieraufgaben zu lösen hat.
Tipp! Möchte man z.B. nur die **X/Y** Koordinaten kontrollieren und man legt keinen Wert auf die Intensität **INT**, dann kann man für **ITO** eine Toleranz von 4000 wählen, somit ist dieses Prüfkriterium immer erfüllt.
Tipp! Eine Eingabe in eine Zelle der Tabelle erfolgt entweder mit einem Doppelklick auf die jeweilige Zelle, oder durch Markieren der Zelle und Drücken von F2.
Tipp! Im **CALCULATION MODE „X Y INT - 3D“** bzw. **„s i M - 3D“** wird die kürzeste Distanz im dreidimensionalen Raum berechnet.
Tipp! Die Lernvektoren werden erst nach Drücken von **SEND** aktiviert!

EVALUATION MODE COL2

0
1

COL2:
In diesem Auswertemodus werden die Zeilen 0 und 1 in der **TEACH TABLE** ausgewertet.
Jede Übereinstimmung von aktueller Farbe (Zeilennummer) zum Lernvektor wird direkt an den entsprechenden Ausgang weitergegeben.

Beispiel:
Ergibt die Auswertung, dass sowohl Zeile 0 als auch Zeile 1 ein Treffer ist, dann werden die Ausgänge OUT0 und OUT1 auf High (+24V) gesetzt.

Tipp! Eine Eingabe in eine Zelle der Tabelle erfolgt entweder mit einem Doppelklick auf die jeweilige Zelle, oder durch Markieren der Zelle und Drücken von F2.
Tipp! Die Lernvektoren werden erst nach Drücken von **SEND** aktiviert!

Achtung! Im **COL2** Auswertemodus können keine Farbgruppen gebildet werden!

THD Red Green
THD Red Blue
THD Green Blue

Der Sensor verfügt über 2 digitale Ausgänge. Diese zwei Ausgänge werden direkt bedient, wenn der entsprechende Kanal eine bestimmte Schwelle (**THD=Threshold)** unter- bzw. überschreitet.

Beispiel:
EVALUATION MODE = THD Red Green
In der TEACH TABLE wurde für **Red** eine Schaltschwelle von 2000 und für **Green** eine Schwelle von 3000 gewählt.

Wenn der rote Kanal größer wird als 2000, schaltet der Ausgang OUT0 auf HI.
Ist er kleiner als 2000, schaltet er auf LO.

Der grüne Kanal ist im Beispiel kleiner als seine Schaltschwelle (3000).
Er liegt somit auf LO.

Die Visualisierung auf der Oberfläche erfolgt über die beiden LEDs **0** und **1**.

Ist in einem der 3 **THD** Modi **EXTEACH** aktiviert, kann man die jeweiligen Schaltschwellen von extern über den Taster IN0 am Gehäuse einlernen.
Solange der Taster IN0 auf HI liegt (gedrückt), wird im Sensor ein maximaler und minimaler Wert für den roten, grünen und blauen Kanal ermittelt.
Die gefundenen **MIN-MAX** Werte für die Kanäle **R G B** werden im Reiter **RGB** angezeigt.

Nach Abfall von IN0 wird die Schaltschwelle für die entsprechenden Kanäle wie folgt berechnet:
THD=(MAX+MIN)/2

Bei **EXTEACH=ON** werden die Schaltschwellen im EEPROM des Sensors hinterlegt.
Bei **EXTEACH=STAT1** werden die Schaltschwellen im RAM des Sensors hinterlegt.
Bei **EXTEACH=DYN1** regelt sich der Sensor erst ein, startet dann die **MIN-MAX** Suche und speichert anschließend die Schaltschwellen im RAM.

Da es sich in den 3 **THD** Modi nicht um eine Farbauswertung im eigentlichen Sinne handelt, werden bestimmte Eingabeelemente und Anzeigeelemente ausgeblendet (**C-No:**, **delta C**, …) oder grau hinterlegt (**TRIGGER**, **CALCULATION MODE**, **MAXCOL-No**., …).

CALCULATION MODE X Y INT - 2D

CALCULATION MODE:

„X Y INT - 2D":
Zur Auswertung werden aus den einzelnen Anteilen von Rot, Grün und Blau die X/Y-Pärchen sowie die Intensität herangezogen. Für **X/Y** kann man eine Color Toleranz **CTO** und für Intensität eine **INT** Toleranz **ITO** einstellen. Durch die einzelnen Toleranzen kann man sich die Farbe als einen Zylinder im Raum vorstellen (vgl. Graphik unten). Über **CTO** wird der Durchmesser und über **ITO** wird die Höhe des Zylinders festgelegt.

„s i M - 2D":
Zur Auswertung werden aus den einzelnen Anteilen von Rot, Grün und Blau die s/i-Pärchen sowie M berechnet. Diese Berechnungsmethode lehnt sich an die Lab Berechnungsmethode an. Für **s/i** kann man eine Color Toleranz **siTO** und für Intensität eine **M** Toleranz **MTO** einstellen. Durch die einzelnen Toleranzen kann man sich die Farbe als einen Zylinder im Raum vorstellen (vgl. Graphik unten). Über **siTO** wird der Durchmesser und über **MTO** wird die Höhe des Zylinders festgelegt.

„X Y INT - 3D":
Zur Auswertung werden aus den einzelnen Anteilen von Rot, Grün und Blau **X, Y** und **INT** berechnet. Diese drei Werte legen einen Punkt im dreidimensionalen Raum fest. Über die Toleranzeingabe wird eine Kugel mit dem Radius **TOL** im Raum aufgespannt (vgl. Graphik unten).

„s i M - 3D":
Zur Auswertung werden aus den einzelnen Anteilen von Rot, Grün und Blau **s, i** und **M** in Anlehnung an die Lab Berechnungsmethode berechnet. Diese drei Werte legen einen Punkt im dreidimensionalen Raum fest. Über die Toleranzeingabe wird eine Kugel mit dem Radius **TOL** im Raum aufgespannt (vgl. Graphik unten).

Berechnung der Koordinaten:

X
s

X-Wert der Lernfarbe (im Farbdreieck Zahlenwert an der x-Achse: ROT-Farbanteil)

$$X = \frac{R}{R+G+B} * 4095$$

s wird angelehnt an die L*a*b* Farbauswertemethode errechnet.

$$s = 5000 * \left(\left(\frac{R}{4096} \right)^{1/3} - \left(\frac{G}{4096} \right)^{1/3} \right) + 5000$$

Y
i

Y-Wert der Lernfarbe (im Farbdreieck Zahlenwert an der y-Achse: GRÜN-Farbanteil)

$$Y = \frac{G}{R+G+B} * 4095$$

i wird angelehnt an die L*a*b* Farbauswertemethode errechnet.

$$i = 2000 * \left(\left(\frac{G}{4096} \right)^{1/3} - \left(\frac{B}{4096} \right)^{1/3} \right) + 2000$$

INT
M

Intensitätswert der jeweiligen Farbe.

$$INT = \frac{R+G+B}{3}$$

M wird angelehnt an die L*a*b* Farbauswertemethode errechnet.

$$M = 1160 * \left(\frac{G}{4096} \right)^{1/3}$$

CTO
siTO

Im **CALCULATION MODE „X Y INT - 2D"** bzw. **„s i M - 2D**". ist **CTO** bzw. **siTO** der Farb-Toleranzradius um das jeweilige eingelernte X/Y bzw. s/i Pärchen. Über **CTO** bzw. **siTO** legt man den Radius des Farbzylinders im Raum fest. Innerhalb des so definierten „Toleranz-Kreises" wird die aktuelle Farbe als Lernfarbe wieder erkannt.
Eine Farbe ist dann wieder erkannt, wenn **delta C** kleiner ist als **CTO** bzw. **siTO** und **INT** bzw. **M** im Intensitätsfenster liegt, das durch **INT±ITO** bzw. **M±MTO** definiert ist.

ITO
MTO

Im **CALCULATION MODE „X Y INT - 2D"** bzw. **„s i M - 2D"** ist **ITO** bzw. **MTO** das Intensitäts-Toleranzfenster um die jeweilige eingelernte Intensität **INT** bzw. **M**. Über **ITO** bzw. **MTO** legt man die Höhe des Farbzylinders im Raum fest. Innerhalb des so definierten „Toleranzfensters" wird die aktuelle Farbe als Lernfarbe wieder erkannt.
Eine Farbe ist dann wieder erkannt, wenn **delta C** kleiner ist als **CTO** bzw. **siTO** und **INT** bzw. **M** im Intensitätsfenster liegt, das durch **INT±ITO** bzw. **M±MTO** definiert ist.

TOL

Im **CALCULATION MODE „X Y INT - 3D"** bzw. **„s i M - 3D"** ist **TOL** der Toleranzradius um den jeweiligen eingelernten Punkt „X Y INT - 3D" bzw. „s i M - 3D" im Raum. Über **TOL** legt man den Radius der Farbkugel im Raum fest. Innerhalb dieser Kugel wird die aktuelle Farbe als Lernfarbe wieder erkannt.
Eine Farbe ist dann wieder erkannt, wenn **delta C** kleiner ist als **TOL**.

INT, M

CALCULATION MODE:

„X Y INT - 3D“
„s i M - 3D“

TOL
(Kugelradius)

P (X, Y, INT)
P (s, i, M)

Y, i

X, s

(0.5 x Zylinderhöhe) **ITO**
MTO

CTO (Zylinderradius)
siTO

CALCULATION MODE:

„X Y INT - 2D“
„s i M - 2D“

TRIGGER:
In diesem Funktionsfeld wird die Triggerbetriebsart am Sensor eingestellt. Wenn **TRIGGER** nicht **CONT** ist, zeigt die LED **TRIG** ein Triggerereignis.

CONT: Kontinuierliche Farberkennung (kein Trigger-Ereignis notwendig).

SELF: Der Sensor kann durch Auswahl von **SELF** im Selbsttriggermodus (Eigentrigger) betrieben werden.
Auf Zeile 0 muss der „Freizustand" eingelernt werden. Der Freizustand ist z.B. bei einem getrennten Lichtwellenleiter auf Durchlicht der unbedeckte Zustand. Beim Reflexbetrieb ist der Freizustand der Zustand, bei dem kein Teil vorhanden ist.
Die Farberkennung wird gestartet, wenn die Zeile 0 nicht mehr erkannt wird (Selbsttrigger). Nach dem Trigger, d.h. wenn die Farbe 0 wieder erkannt ist, wird unter den eingelernten Farben diejenige ausgegeben, welche während des Triggerns am häufigsten detektiert wurde. Verlässt der Sensor Zeile 0, dann wird entsprechend des Ausgabemodus Zeile 0 ausgegeben.
Kehrt er zur Zeile 0 zurück, dann wird Fehler oder die Farbe ausgegeben, die am längsten präsent war.
Dadurch erhält man auf alle Fälle eine Zustandsänderung der Ausgänge nach dem Selbsttrigger.
Dasselbe gilt auch für **COLOR GROUP = ON.** Verlässt der Sensor Gruppe 0, dann wird entsprechend des Ausgabemodus Gruppe 0 ausgegeben. Kehrt er zur Gruppe 0 zurück, dann wird Fehler oder die Gruppe ausgegeben, die am längsten präsent war. Das bedeutet, selbst wenn eine einzelne Farbe am längsten da war wird sie nicht ausgegeben, wenn z.B. zwei Farben, die der gleichen Gruppe angehören, zusammen länger da waren. Außerdem kann man für die Triggerbedingung mehrere Farben zur Gruppe 0 zusammenfassen, da das Verlassen der Gruppe 0 die Triggerbedingung gibt.
Nach Abfall des Triggers wird einmalig ein Mittelwert über **X, Y, INT (bzw. siM)** und **delta C** ausgeben. Der Mittelwert wird aus allen Farbtreffern (jedoch nicht von Zeile 0) ermittelt und kann über **RECORD MODE = AUTO TRIGGERED** erfasst werden.

EXT1: Die Farberkennung wird über den externen Triggereingang IN0 (Gehäusetaster) gestartet. Nach dem Triggern wird unter den eingelernten Farben bzw. Gruppen bei **COLOR GROUP = ON** diejenige ausgegeben, welche während des Triggerns am häufigsten erkannt wurde. Außerdem wird einmalig ein Mittelwert über **X, Y, INT (bzw. siM)** und **delta C** ausgeben. Der Mittelwert wird aus allen Farbtreffern ermittelt und kann über **RECORD MODE = AUTO TRIGGERED** erfasst werden.

EXT2: Die Farberkennung wird über den externen Triggereingang IN0 (Gehäusetaster) gestartet. Ein Triggerereignis wird erkannt, solange an IN0 gedrückt ist (HIGH aktiv).
Nachdem der Triggereingang wieder auf LOW geht, wird der zuletzt erkannte Zustand (C-No.) an den Ausgängen gehalten.

EXT3: Selbiges Verhalten wie im Modus EXT2 mit dem Unterschied, dass, nachdem der Triggereingang wieder auf LOW geht, der Fehlerzustand (Farb-Nr. = 255) ausgegeben wird.

TRANS: Selbiges Verhalten wie **CONT.** Jedoch wird im Gegensatz zu **CONT** in diesem Modus die Sendequelle ausgeschaltet, wenn kein Triggerereignis (IN0) gegeben ist.

PARA:
Arbeitet man mit **TRIGGER=PARA**, dann können dem Sensor zwei Parametersätze abgespeichert werden.
Über **SET** wählt man aus, ob die aktuellen Parameter auf der Benutzeroberfläche im Sensor als Parametersatz 0 oder Parametersatz 1 abgespeichert werden sollen.
Über den externen Triggereingang IN0 (Gehäusetaster) teilt man dem Sensor mit, mit welchem Parametersatz gearbeitet werden soll.

Der Zustand von IN0 wird auf der Oberfläche durch die LED **TRIG** angezeigt. Ist die LED schwarz, dann ist IN0=LO=0V und der Sensor arbeitet mit Parametersatz 0.
Ist die LED grün, dann ist IN0=HI=+24V und der Sensor arbeite mit Parametersatz 1.
Um das Signal auf der Oberfläche zu verfolgen, muss man abhängig von **TRIG SET** 0 oder 1 auswählen und **GET** drücken.
SET ist nur bei **TRIGGER=PARA** aktiv.

EXTEACH OFF
✔OFF
ON
STAT1
DYN1

EXTEACH:
In allen Auswertemodi besteht die Möglichkeit, von extern über IN0 (Gehäusetaster) eine Farbe einzulernen.

OFF: Die externe Teach Möglichkeit ist ausgeschaltet.
ON : Siehe unten

STAT1: Es wird im statischen Power Modus eine Farbe auf Position 0 in der **TEACH TABLE** gelernt.
POWER MODE wird automatisch auf **STATIC** eingestellt. Mit dem **POWER** Schieberegler muss eine fixe Sendeleistung eingestellt werden. Durch einmaliges Drücken von IN0 (Gehäusetaster) wird die momentan anliegende Farbe auf Zeile 0 gelernt.
Die eingelernte Farbe wird nur im **RAM** und nicht im **EEPROM** des Sensors hinterlegt.

DYN1: Es wird im dynamischen Power Modus eine Farbe auf Position 0 in der **TEACH TABLE** gelernt, anschließend wird statisch ausgewertet.
Der **POWER MODE** wird automatisch auf **STATIC** eingestellt. Nach Drücken vom Eingang IN0 wird die Sendeleistung so eingestellt, dass sich der Sensor im Dynamikbereich, welcher mit **DYN WIN LO** und **DYN WIN HI** eingestellt wird, befindet. Anschließend wird die momentan anliegende Farbe auf Position 0 in der **TEACH TABLE** gelernt.
Der Sensor arbeitet mit dem gefundenen **POWER** Wert statisch weiter.
Die eingelernte Farbe wird nur im **RAM** und nicht im **EEPROM** des Sensors hinterlegt.

ACHTUNG! Ist **EVALUATION MODE = FIRST HIT**, dann werden bei **EXTEACH = ON, STAT1** und **DYN1** die Zeilen **bis MAXCOL-No.** mit den gleichen Lernwerten aufgefüllt.

TEACH VORGANG BEI EXTEACH=ON:

Dem Sensor können über IN0 (Gehäusetaster) bis zu 64 Farben eingelernt werden.

Im Auswertemode **FIRST HIT** wird abhängig von **MAXCOL-No** die momentan anliegende Farbe in alle aktiven Zeilen eingelernt.
In den Auswertemodi **BEST HIT, MIN DIST und COL2** kann über IN0 auf jede einzelne Zeile in der **TEACH TABLE** gelernt werden.

Im Beispiel werden, im Auswertemode **BEST HIT**, 4 Farben von extern gelernt.

Wählen Sie die Funktion **EXTERN TEACH = ON**.
Stellen Sie die Power so ein, dass der Sensor weder übersteuert ist, noch dass zu wenig Signal ankommt.
Wählen Sie aus, wie viele Farben Sie von extern lernen wollen.
Klicken Sie auf Registerkarte **TEACH TABLE**, um in die **TEACH TABLE** zu wechseln.
Geben Sie nun die entsprechenden Toleranzen für die Farben ein, die Sie lernen wollen.

MAXCOL-No. 4

TEACH

	X	Y	CTO	INT	ITO
0	1	1	200	1	200
1	1	1	200	1	200
2	1	1	200	1	200
3	1	1	200	1	200

SEND

In diesem Beispiel wurde **MAXCOL-No**. = 4 ausgewählt, d.h., der Sensor soll die Farbinformationen wieder finden, welche in den ersten 4 Zeilen der **TEACH TABLE** durch externes Lernen über IN0 abgespeichert werden. Da sich der Sensor seine Toleranzen für den Farbkreis **(CTO)** und die Intensität **(ITO)** nicht selber berechnen kann, müssen diese Werte einmalig eingegeben werden (hier überall 200) und zusammen mit der **MAXCOL-No**. sowie **EXTEACH = ON** im **EEPROM** abgespeichert werden.

Wählen Sie nun im Funktionsfeld Einstellung **EEPROM** und klicken Sie auf **SEND**.
Ab jetzt kann auf den PC verzichtet werden, solange man immer nur bis zu **MAXCOL-NO.** Farben lernen und die Toleranzen nicht verändern möchte.

Bemerkung: MAXCOL-No = 4 kann man auswählen, wenn man mit **COLOR GROUPS = ON** arbeitet.

INFO:
Die gelernten Farben kann man sich natürlich jederzeit mit dem PC ansehen.
Farben welche über **EXTEACH = ON** eingelernt werden, wird im **EEPROM** des Sensors hinterlegt. D.h. die Informationen gehen nach dem Ausschalten nicht verloren.
Diese Funktion ist eher zum „Nach-Teachen" gedacht, da der Sensor seinen **POWER** Wert nicht selbstständig anpasst.

EXTEACH=ON:

Bevor mit dem externen TEACH Vorgang begonnen werden kann, muss dem Sensor die zu lernende Farbe vorliegen.
Durch Drücken von IN0 (Gehäusetaster) wird der externe TEACH Vorgang gestartet. Dabei ändern die Ausgänge OUT0 und OUT1 abwechselnd ihren Zustand zwischen 0V und 24V. Ab jetzt hat der Benutzer eine gewisse Anzahl von Sekunden Zeit, dem Sensor die Position mitzuteilen, auf die die Farbinformationen (**X Y INT** bzw. **siM**) in der **TEACH TABLE** abgelegt werden sollen. Das BUSY Fenster ist die Zeit, in der der Benutzer dem Sensor die Lernzeilen mitteilen kann. Es richtet sich nach der eingestellten **MAXCOL-No.** (z.B. ca. 5 Sekunden bei **MAXCOL-No. = 5**).
Die erste positive Flanke (Startflanke 0) selektiert die Position 0 in der **TEACH TABLE**.
Jede weitere positive Flanke selektiert eine Position höher (siehe nachfolgende Tabelle).

Beispiel:
Möchte man auf die Position 3 in der **TEACH TABLE** die momentan anliegende Farbe speichern, sind folgende Schritte erforderlich:

1. Start des externen TEACH Vorgangs mit einer positiven Flanke (0) an IN0 → Position 0 ist selektiert.
2. Eine weitere positive Flanke (1) selektiert die Position 1 in der TEACH TABLE.
3. Eine weitere positive Flanke (2) selektiert die Position 2 in der TEACH TABLE.
4. Eine weitere positive Flanke (3) selektiert die Position 3 in der TEACH TABLE.
5. Nun ist die gewünschte Position selektiert.
6. Nach Ablauf des BUSY Fensters beginnt der Sensor mit der Auswertung.
7. Um eine weitere Farbe zu lernen → gehe zu Pos. 1

BUSY
TEACH TO COLOR No. 0 IN0
TEACH TO COLOR No. 2 IN0
TEACH TO COLOR No. 3 IN0
TEACH TO COLOR No. 1 IN0
Min. 250ms
Min. 500ms
MAXCOL-No. BUSY WINDOW [s]

INTLIM:
In dieser Edit-Box kann ein Intensitätslimit eingestellt werden. Falls die an der Empfangseinheit ankommende aktuelle Intensität **INT** diese Grenze unterschreitet, wird keine Farbauswertung mehr durchgeführt und der Fehlerzustand ausgegeben.
Bei **POWER MODE = DYNAMIC** wird zur Intensitätsauswertung der **POWER** Wert herangezogen und nicht mehr die aus den Signalen errechnete Intensität (siehe oben). Im Anzeigedisplay **INT** bzw. **M** wird demnach nicht die „wahre" Intensität angezeigt, sondern die Senderintensität, die dem eigentlichen Parameter **POWER** entspricht.
Im Sensor wird aber immer noch die „wahre" Intensität berechnet und zur Abfrage von **INTLIM** herangezogen.

Beachte: Fehlerzustand falls : INT < INTLIM

MAXCOL-No.:
In diesem Funktionsfeld wird die Anzahl der Farben festgelegt, die kontrolliert werden sollen.

Bei **OUTMODE = BINARY** können maximal 3 Farben eingelernt werden.
Bei **OUTMODE = DIRECT HI** oder **DIRECT LO** können maximal 2 Farben gelernt werden.
Ist **COLOR GROUPS = ON**, können dem Sensor bis zu 64 Farben eingelernt werden.
Es können jedoch nur 3 Gruppen bei **OUTMODE = BINARY** bzw. 2 Gruppen bei **DIRECT HI** oder **LO** gebildet werden. In der **TEACH TABLE** werden deshalb die Zeilen 3-63 grau hinterlegt.
Der hier eingestellte Zahlenwert bestimmt die aktuell mögliche Abtastrate des Farbsensors. Je weniger Farben kontrolliert werden müssen, desto schneller arbeitet der Sensor. Der hier vorgegebene Zahlenwert bezieht sich auf die Anzahl der Zeilen (beginnend mit der Zeile 0) in der Farbtabelle **TEACH TABLE** (→ 2.4 Registerkarte TEACH TABLE).

DIGITAL OUTMODE:
Mit dieser Funktionstastengruppe kann die Ansteuerung der 2 Digitalausgänge ausgewählt werden.

BINARY:
Falls beim zeilenweisen Vergleich die aktuellen Farbwerte mit den in der Farbtabelle eingetragenen Lern-Parametern übereinstimmen, wird dieser „Treffer" in der Farbtabelle als Farbnummer (C-No.) angezeigt und an den Digitalausgängen (OUT0 und OUT1) als **Bitmuster** angelegt.
Es können maximal 3 Farben bzw. Farbgruppen eingelernt werden.

DIRECT:
In diesem Modus sind maximal 2 Lernfarben erlaubt.
Falls beim zeilenweisen Vergleich die aktuellen Farbwerte mit den in der Farbtabelle eingetragenen Lern-Parametern übereinstimmen, wird dieser „Treffer" in der Farbtabelle als Farbnummer (C-No.) angezeigt und an den Digitalausgängen (OUT0 und OUT1) **direkt** ausgegeben.

DIRECT HI:
Steht der Wahlschalter auf **DIRECT HI**, so liegt der entsprechende Digitalausgang auf HIGH. Wenn keine Farbe erkannt wurde, befinden sich die Digitalausgänge im LOW-Zustand.

DIRECT LO:
Steht der Wahlschalter auf **DIRECT LO**, so liegt der entsprechende Digitalausgang auf LOW und die anderen auf HIGH. Wenn keine Farbe erkannt wurde, befinden sich die Digitalausgänge im HIGH-Zustand.

2.3 Registerkarte PARA2

TEACH | RECORDER | CALIBRATE | GEN
CONNECT | PARA1 | PARA2

COLOR GROUPS
OFF

	GROUP
0	0
1	0
2	1
3	1
4	2
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0
11	0
12	0
13	0

RESET

SELECT HOLD [ms]
FOR EACH ROW

	HOLD
255	0
0	10
1	10
2	10
3	10
4	10
5	10
6	10
7	10
8	10
9	10
10	10
11	10
12	10

RESET 10

C-No:
3
GRP
1

PARA2:
Durch Drücken von **PARA2** öffnet sich eine Ansicht, mit deren Hilfe man Farben in der **TEACH TABLE** bestimmten Gruppen zuordnen und für jede Farbe sowie den Fehlerzustand eine explizite **HOLD** Zeit einstellen kann.

Beachte: Die Farbgruppen und HOLD Einstellungen müssen dem Sensor durch Drücken von SEND mitgeteilt werden.

COLOR GROUPS:
In den Auswertemodi **FIRST HIT, BEST HIT** und **MIN DIST** besteht die Möglichkeit Farbgruppen zu bilden. D.h. man weist über eine entsprechende Tabelle die einzelnen Zeilen einer Gruppe zu.

Im Beispiel wurde **COLOR GROUPS** auf **ON** gesetzt.
D.h. Die Gruppenauswertung ist aktiviert.
Den Zeilen 0 und 1 wurde Gruppe 0 zugewiesen.
Den Zeilen 2 und 3 die Gruppe 1 und Zeile 4 die Gruppe2.
Unter dem **C-No:** Display erscheint ein **GRP** Display.

Wird bei der Auswertung, wie hier im Beispiel, die Zeile 3 detektiert wird diese und die entsprechende Gruppe visualisiert.

An den Ausgängen OUT0 und OUT1 wird die Gruppen-Nummer ausgeben.

Insgesamt können 64 verschiedene Farben eingelernt werden.
Im Auswertemodus **DIRECT HI** und **DIRECT LO** können maximal 2 Gruppen gebildet werden (Gruppe 0 und 1).
Im Auswertemodus **BINARY** können 3 Gruppen gebildet werden.

Mit **RESET** setzt man alle Zellenwert auf 0.
Ein Doppelklick auf das Display **GRP** öffnet ein größeres Anzeigefenster.

HOLD in Millisekunden [ms]:
Der Sensor arbeitet mit minimalen Scanzeiten in der Größenordnung weniger als 100µs. Aus diesem Grund haben die meisten an den digitalen Ausgängen angeschlossenen SPS Schwierigkeiten, die sich daraus ergebenden kurzen Schaltzustandsänderungen sicher zu erkennen. Durch Eingabe in die Tabelle kann eine Pulsverlängerung an den Digitalausgängen des Sensor-Systems bis zu 100 ms gewährleistet werden. Dabei kann für jede einzelne Zeile eine eigene HOLD Zeit bestimmt werden.
Nach Drücken von **RESET** wird die gesamte Tabelle auf den Reset-Wert neben dem Button **RESET** gesetzt.
Beispiel:
Druckmarken werden mit sehr hoher Geschwindigkeit transportiert. Die Druckmarken liegen dem Sensor nur für sehr kurze Zeit vor (Millisekunden oder noch kürzer). Man braucht zur sicheren Detektion einer Marke einen minimalen Puls von 10ms.
Der Hintergrund wird auf Zeile 0 und die Druckmarke auf Zeile 1 eingelernt. Dies ist anstrebenswert, da man jetzt mit dem Auswertemodus **BEST HIT** arbeiten kann.
Überlappen sich Zeile 0 und Zeile 1 nahtlos, arbeitet der Sensor einwandfrei. Der Ausgang wird sofort geschaltet und bleibt mindestens so lange anstehen, wie in der entsprechenden Zeile eingetragen.
Überlappen sich Zeile 0 und Zeile 1 nicht, erkennt der Sensor beim Übergang von Zeile 0 auf Zeile 1 (Druckmarke) zuerst einen Fehler, der auch sofort auf den Ausgang aufgelegt wird und mindestens **HOLD** anliegt. Hier würde es unweigerlich zu einem Fehler kommen wenn **HOLD** für den Fehlerzustand (255) zu hoch gewählt wird, da der Sensor eine Zustandsänderung erst dann wieder ausgibt, wenn **HOLD** abgelaufen ist. (Das kann, muss aber nicht die Druckmarke sein).
Hier ist es zwingend erforderlich, dass für den Fehlerzustand 255 eine **HOLD** Zeit von 0 gewählt wird.

2.4 Registerkarte TEACH

Nach Drücken von **GO** beginnt eine Datenübertragung vom Sensor zum PC. Die jeweiligen Rot, Grün und Blau Anteile werden in den Balken neben dem Graph zur Anzeige gebracht. Die berechneten **X, Y, INT bzw. s,i,M** Werte werden in den Displays visualisiert.

X bzw. s:
In diesem Zahlenwert-Ausgabefeld wird der ROT-Anteil (x-Achse) des aktuell am Empfänger auftreffenden Streulichtes angezeigt.

Y bzw. i:
In diesem Zahlenwert-Ausgabefeld wird der GRÜN-Anteil (y-Achse) des aktuell am Empfänger auftreffenden Streulichtes angezeigt.

INT bzw. M:
In diesem Zahlenwert-Ausgabefeld wird die aktuell gemessene Intensität (proportional zum Mittelwert der Intensitäten am 3-fach-Empfänger) angezeigt.

C-No.:
In diesem Zahlenwert-Ausgabefeld wird die aktuell erkannte Farbnummer entsprechend dem Eintrag in der **TEACH TABLE** angezeigt. Die aktuell erkannte Farbnummer wird als entsprechendes Bitmuster an der Digitalausgängen OUT0 und OUT1 angelegt.
Der Wert 255 bedeutet, dass keine der eingelernten Farbe wiedererkannt wird.

Ein Doppelklick auf das Display öffnet ein größeres Anzeigefenster.

Beachte:	**Obige Ausgabefelder werden nur bei aktiver Datenübertragung (GO-Taste gedrückt) zwischen PC und dem Sensor aktualisiert.**

CONNECT | PARA1 | PARA2
TEACH | REC | CALIB | GEN | SCOPE

	X	Y	CTO	INT	ITO	
0	2024	1247	200	1678	200	
1	1416	1755	200	1442	200	
2	965	833	200	1959	200	
3	1	1	1	1	1	
4	1	1	1	1	1	
5	1	1	1	1	1	
6	1	1	1	1	1	
7	1	1	1	1	1	
8	1	1	1	1	1	
9	1	1	1	1	1	
10	1	1	1	1	1	
11	1	1	1	1	1	
12	1	1	1	1	1	
13	1	1	1	1	1	
14	1	1	1	1	1	
15	1	1	1	1	1	

TEACH DATA TO | No.: 1 | Inc
TEACH MEAN VAL | TEACH REC VAL | RESET

TEACH:
Durch Drücken von **TEACH** öffnet sich eine Ansicht, mit deren Hilfe man Farben in die **TEACH TABLE** einlernen kann.

Beachte: Die Lernfarben müssen dem Sensor durch Drücken von SEND mitgeteilt werden.

Nach Doppelklick des jeweiligen Feldes mit der linken Maustaste (oder durch Drücken von F2) können die Vorgabewerte durch Zahlenwerteingabe mit der PC-Tastatur verändert werden.

Die **TEACH TABLE** ist zeilenweise organisiert, d.h. die einzelnen Parameter für die Lernfarben befinden sich nebeneinander in der jeweiligen Zeile.
Der Sensor kann bis zu 64 Lernfarben kontrollieren. Die Nummer der jeweiligen Lernfarbe wird in der linken Spalte der Tabelle angezeigt.
Nur grün markierte Zeilen werden im Sensor zur Auswertung herangezogen. Die Anzahl der zu kontrollierenden Zeilen wird über **MAXCOL-No.** eingestellt.

Nach Drücken von **TEACH DATA TO** werden die aktuell angezeigten Daten für **X, Y, INT bzw. s, i, M** in die unter **No.:** ausgewählte Zeile der **TEACH TABLE** übertragen. Zusätzlich werden eine Color Tolerance **(CTO)** und eine Intensity Tolerance **(ITO)** gesetzt. Die Toleranzen, wie auch die Lernwerte, können bei Bedarf wie oben beschrieben geändert werden.
Mit **No.:** wählt man auch aus, welches **INT**- bzw. **M**-Toleranzfenster in den jeweiligen Graphen für die Intensität bzw. M angezeigt wird.

Wenn **Inc:** aktiviert ist und die **TEACH DATA TO** Taste gedrückt wird, erfolgt eine automatische Inkrementierung (Erhöhung) des Eingabefeldes **No.:** um 1, d.h. die nächste Zeile in der **TEACH TABLE** wird ausgewählt.

Durch Betätigen von **RESET TABLE** wird die **TEACH TABLE** zurückgesetzt (RESET-Wert = 1).

TEACH

	X	Y	INT	TOL	
0	2014	1195	1683	200	1
1	1442	1676	1547	200	1
2	931	914	1990	200	1

Help
Set selection to
Increment selection with
Reset selection
Teach tolerance off
Teach tolerance on

VALUE!
Insert a cell value!
200
OK

Mit **Set selection to** kann man mehrere Zellen in der **TEACH TABLE** mit einem Wert auffüllen.

Dazu müssen die Zellen markiert werden, die geändert werden sollen.

Mit einem rechten Mausklick öffnet sich ein Popup.

Nach Anklicken von **Set selection to** öffnet sich ein weiteres Popup, in das man den Wert eingibt, auf den man die Zellen ändern möchte.

TEACH

	X	Y	INT	TOL	
0	2014	1195	1683	200	1
1	1442	1676	1547	250	1
2	931	914	1990	300	1

VALUE!
Insert a cell value!
50
OK

Help
Set selection to
Increment selection with
Reset selection
Teach tolerance off
Teach tolerance on

Möchte man aufsteigende Toleranzen eingeben, erreicht man dies durch **Increment selection with.**
Startwert ist die oberste linke Zelle. Ausgehend von dieser Zelle werden die nachfolgenden um den Wert erhöht, der im Popup eingeben wird.

Mit **Reset selection** werden die ausgewählten Zellen auf 1 gesetzt.

Die Software schlägt bei **TEACH DATA TO** Toleranzwerte vor und schreibt diese in die entsprechenden Zellen.
Diese Funktion kann man über **Teach tolerance off** und **Teach tolerance on** aus- bzw. einschalten.

Nach Drücken von **Help** erscheint ein Popup, in dem die einzelnen Funktionen erklärt werden.

Nach Drücken von **TEACH MEAN VAL** öffnet sich folgendes Panel.

Es wird hier anhand des **EVALUATION MODE = BEST HIT** und des **CALCULATION MODE = „X Y INT - 2D“** erklärt.

Es werden automatisch Daten vom Sensor geholt und zur Anzeige gebracht.
Durch Drücken von **CAPTURE** wird ein Parameter Frame in die Tabelle eingetragen.
In dem Anzeigeelement **COUNTER** wird angezeigt, wie viele Frames schon aufgezeichnet wurden.
Mit **UNDO** kann man die letzten in die Tabelle eingetragenen Frames wieder löschen.
Mit **RESET TABLE** setzt man die ganze Tabelle wieder auf 0.
Nach jedem **CAPTURE**, **UNDO** oder **RESET TABLE** werden automatisch die Mittelwerte für die einzelnen Parameter gebildet, und in der Mittelwert-Tabelle angezeigt.
Zusätzlich wird eine maximale Farb-Abweichung **d(X/Y)** und eine maximale Intensitäts-Abweichung **dINT** zu den Mittelwerten gebildet.

Durch Drücken von **TEACH TO TABLE** werden die entsprechenden Mittelwerte in die unter **No.:** selektierte Zeile der **TEACH TABLE** (in der Registerkarte TEACH TABLE) gelernt.
Das Einlernen der Kreistoleranz sowie der Intensitätstoleranz kann über **TEACH CTO WITH** bzw. **TEACH ITO WITH** eingestellt werden.
- Ist **VALUE CTO** eingestellt, dann wird der unter **VALUE CTO** eingestellte Wert gelernt (Dito Intensität).
- Ist **d(X/Y)** eingestellt, dann wird der unter **d(X/Y)** ermittelte Wert gelernt (Dito Intensität).
- Ist **d(X/Y) + VALUE CTO** eingestellt, dann wird der unter **d(X/Y)** ermittelte Wert + **VALUE CTO** gelernt (Dito Intensität).
- Bei **NO CHANGE** bleibt der in der **TEACH TABLE** eingestellte Wert erhalten.

Mit **CLOSE** kehrt man zurück zum Hauptpanel.

Nach Anklicken des Buttons **TEACH REC VAL** (**teach recorded values**) wird rechts ein Panel eingeblendet, das nach Drücken von **START** beginnt, Daten aufzuzeichnen und in den drei Graphen darzustellen. Diese Funktion ist dann hilfreich, wenn man dem Sensor das zu detektierende Material nicht direkt vorlegen kann, weil es z.B. auf einem Förderband transportiert wird, das nicht bzw. nicht direkt an der zu lernenden Stelle angehalten werden kann. Nach einiger Zeit kristallisieren sich Flächenschwerpunkte heraus, von denen man ausgehen kann, dass es sich um zu lernende Objekte handelt. Im folgenden Screenshot sind 4 solche Stellen zu erkennen.
Nach Drücken von **STOP** kann man jetzt in irgendeinem Graphen den Cursor auf einen Flächenschwerpunkt positionieren. Der Cursor wird in den beiden anderen Graphen automatisch nachgezogen.
Über **TEACH TO TABLE** kann man nun die aktuell Cursorposition in die **TEACH TABLE** übertragen. Dabei wird in die Zeile gelernt, welche unter **No.:** eingestellt ist.

Mit **RESET** kann man die Graphen und den Counter zurücksetzen.
Mit **CLOSE** kehrt man zurück zum Hauptpanel.

2.5 Registerkarte GEN

GEN:
Durch Drücken von **GEN** öffnet sich eine Ansicht, die den aktuell herrschenden Temperaturwert **TEMP** im Sensorgehäuse anzeigt.
Die Anzeige entspricht **NICHT** Grad Celsius oder Fahrenheit.

In der Registerkarte GEN kann man auch die Zeilenfarbe, mit der die einzelnen Toleranzkreise dargestellt werden, selber auswählen oder diese anhand der vom System detektierten Farbe automatisch setzen lassen.

Zusätzlich kann man in die Tabelle **SPECIFICATION** Bezeichnungen für die einzelne Zeilen eingeben, welche dann auf der Festplatte des PCs hinterlegt werden und bei Bedarf wieder geladen werden können.

Steht **SET ROW COLORS** auf **MANUALLY**, stellt man unter **SELECT ROW** ein, welche Zeilenfarbe geändert werden soll.

Nach Anklicken der farbigen Fläche von **ROW COLOR** öffnet sich eine Farbpalette, in der man die gewünschte Farbe auswählen kann.
Nach Drücken von **ASSIGN TO ROW** wird die Farbe in der 6. Spalte und der ausgewählten Zeile der **TEACH TABLE** zur Anzeige gebracht.

Steht **SET ROW COLORS** auf **AUTOMATICALLY**, so errechnet sich das System die entsprechende Zeilenfarbe selbst, zeigt diese in einem Farb-Display Fenster neben dem Graphen an und setzt nach Drücken von **TEACH DATA TO** diese automatisch in die entsprechende Zeile.

Die Funktionen **SAVE TO FILE** und **GET FROM FILE** ermöglichen es, bestimmte Row Color Arrays und die **SPECIFICATION** Tabelle auf der Festplatte zu speichern bzw. gespeicherte Arrays einzulesen.

Mit Hilfe von **RESET** stellt man die Farben auf einen Default Wert zurück.

Bei einem Neustart der Software wird automatisch die **ROW COLOR** Tabelle sowie die **SPECIFICATION** Tabelle geladen, die beim Verlassen der Software aktuell war.

2.6 Registerkarte REC

Die SPECTRO3-SL-Scope Software beinhaltet einen Datenrekorder, welcher es erlaubt die vom Sensor erfassten und berechneten Daten abzuspeichern. Das aufgezeichnete File wird auf der Festplatte des PC abgespeichert und kann anschließend mit einem Tabellenkalkulationsprogramm ausgewertet werden.

Das erzeugte File hat 13 Spalten und so viele Zeilen, wie Datenframes aufgezeichnet worden sind. Eine Zeile ist wie folgt aufgebaut:
Datum, **Uhrzeit, ROT, GRÜN, BLAU, X, Y, INT, delta C, COLOR, GROUP, TRIGGER, TEMP**

Führen Sie folgende Schritte durch, um Datenframes mit dem Recorder aufzuzeichnen:
Beachte!
Die Aufzeichnung hängt von dem ausgewählten **EVALUATION MODE** ab. Bei verschiedenen **EVALUATION MODE** werden bestimmte Daten nicht benötigt und deshalb auf den Wert 0 gesetzt, d.h. es wird für diese Daten der Wert 0 aufgezeichnet.

1. Schritt:
Nach Drücken von **REC** öffnet sich folgendes Fenster:
Nach Drücken von **SHOW GRAPH** erscheint ein Panel, welches dem Benutzer erlaubt die verschiedenen Signale zu monitoren.
Über das DROP DOWN Menü **SIGNAL** kann zwischen den einzelnen Signalen hin und her geschaltet werden.

2. Schritt:
Zur automatischen Aufzeichnung von mehreren Datenframes wählen Sie **AUTO LIMITED** unter **RECORD MODE** aus.
Geben Sie unter **RECORD-TIME INTERVAL [sec]** ein Zeitintervall für die Aufzeichnung ein, im Beispiel wurde 1 gewählt, d.h. jede Sekunde wird ein neuer Frame vom Sensor angefordert.
Geben Sie nun bei **RECORD VALUES [MAX 32767]** ein, wie viele Werte Sie maximal aufzeichnen wollen. Anmerkung: Die Aufzeichnung kann auch vorher durch **STOP RECORD** gestoppt werden, ohne dass die bisher aufgezeichneten Daten verloren gehen.

Bei **TOTAL RECORD TIME** wird in Tagen, Stunden, Minuten und Sekunden angezeigt, wie lange die Aufzeichnung dauert, wenn alle Daten aufgezeichnet werden.

3. Schritt:
Selektieren Sie über **SELECT RECORD FILE** ein File, in welches der Datenframe abgespeichert werden soll.
Sollten Sie einen bereits existierenden Filenamen auswählen, werden Sie gefragt, ob Sie das bestehende File überschreiben wollen oder nicht.

4. Schritt:
Durch Drücken von **START RECORD** starten Sie die automatische Aufzeichnung der Daten.

Der Recorder beginnt mit der Aufzeichnung. Dabei wird der Button **START RECORD** rot eingefärbt als Zeichen für eine aktive Aufzeichnung.
Die jeweiligen Datenframes werden in den Anzeigefenstern zur Ansicht gebracht.
Zusätzlich können Sie in den beiden Anzeigefenstern **RECORDED** und **REMAINING** kontrollieren, wie viele Datenframes schon aufgezeichnet wurden und wie viele noch aufzuzeichnen sind.

Beachte:
Während der Aufzeichnung sind die beiden Eingabefelder RECORD-TIME INTERVAL und VALUES TO BE RECORDED inaktiv.

5. Schritt:
Nachdem so viele Datenframes wie unter **RECORD VALUES [MAX 32767]** eingestellt aufgezeichnet worden sind bzw. durch Drücken von **STOP AUTO RECORD** erscheint ein Pop-up-Fenster, welches das Speichern des Files bestätigt.

Wenn Sie eine unbegrenzte Anzahl von Daten aufzeichnen wollen, wählen Sie unter **RECORD MODE** die Funktion **AUTO UNLIMITED**. Selektieren Sie ein gewünschtes Aufzeichnungsintervall und drücken Sie **START RECORD**.

Wenn Sie Daten „von Hand“ aufzeichnen wollen, wählen Sie unter **RECORD MODE** die Funktion **MANUAL RECORDING** aus.
Über **GO** beginnen Sie Daten vom Sensor einzulesen. Diese Daten werden in dem Anzeigefenster visualisiert. Durch Drücken von **CAPTURE DATA FRAME** wird ein Datenframe in das unter **SELECT RECORD FILE** ausgewählte File abgespeichert. In **RECORDED** wird die Summe der bereits aufgezeichneten Frames angezeigt.

Ist unter **RECORD MODE AUTO TRIGGERED** ausgewählt und unter **TRIGGER = SELF, EXT1, EXT2, EXT3, TRANS** oder **PARA**, wird nach Drücken von **START RECORD** der Sensor dazu veranlasst, nach jedem Abfall des Triggers selbstständig einen Datenframe zu senden. Dieser Datenframe wird vom Rekorder erfasst und aufgezeichnet.
Mit **STOP RECORD** wird das automatische Senden des Sensors wieder beendet.

Hinweis:
Nach Drücken von START RECORD wird das File, welches unter SELECT RECORD FILE ausgewählt ist, gelöscht. Bei RECORD FRAME MANUALLY wird das File sofern es noch nicht besteht erzeugt. Sollte das File schon bestehen, werden die Daten an das bestehende File angehängt.

2.7 Registerkarte CALIB

2.7.1 Weißlichtabgleich

Mit den Sensoren der SPECTRO-3-SL Serie kann ein Weißlichtabgleich durchgeführt werden. Der Abgleich kann dabei auf eine beliebige weiße Oberfläche erfolgen. Alternativ dazu ist eine ColorChecker™ Tabelle erhältlich. Diese verfügt über 24 Farbfelder nach der CIE-NORM. Der Weißlichtabgleich bzw. die Kalibrierung kann auf eines der weißen Felder erfolgen.

Nach Drücken von **CALIB** öffnet sich folgendes Fenster:

Rechenbeispiel zur Bestimmung der Kalibrierungsfaktoren:

Wie Sie am Beispiel der unteren Graphik sehen, wurde ein POWER-Wert eingestellt, bei dem sich die drei Balken der Rohsignale **RAW DATA** im Dynamikbereich befinden. Jeder der drei Balken liegt bei ca. 3000 Digits. Bestimmen Sie nun einen Sollwert von 3000 (siehe **SETVALUE FOR R,G,B**) für die drei Balken. Nachdem durch Drücken von CALCULATE CALIBRATION FACTORS die Kalibrierung gestartet wurde, berechnet die Software automatisch die Kalibrierungsfaktoren für Kanal RED, Kanal GREEN und Kanal BLUE. Die Kalibrierungsfaktoren werden als Ganzzahl auf den Wert 1024 normiert.

Formel:

CF_RED = (SETVALUE / RAW DATA RED) * 1024 = (3000 / 3007) * 1024 = 1021
CF_GREEN = (SETVALUE / RAW DATA GREEN) * 1024 = (3000 / 3097) * 1024 = 992
CF_BLUE = (SETVALUE / RAW DATA BLUE) * 1024 = (3000 / 2908) * 1024 = 1056

Nachdem die Kalibrierungsfaktoren von der Software auf der Benutzeroberfläche berechnet worden sind, werden sie automatisch in dem nichtflüchtigen Speicher **EEPROM** des Sensors abgelegt. Die Kalibrierung ist somit beendet und es kann im Hauptpanel weitergearbeitet werden.

Detektiert der Sensor ein Rohsignal, so beaufschlagt er dieses Rohsignal mit dem im **EEPROM** abgespeicherten Kalibrierungsfaktor. D.h., im Hauptpanel kommen nur die kalibrierten Daten für die Kanäle **RED**, **GREEN** und **BLUE** zur Anzeige. Die Auswertung von Seiten des Mikrokontrollers erfolgt auch ausschließlich mit den kalibrierten Daten.

Im Folgenden werden die einzelnen Schritte zur Kalibrierung der Sensoren beschrieben.
INFO: Die einzelnen Pop-up-Fenster sind als Hilfe gedacht, um Sie durch die Kalibrierung zu führen.

ACHTUNG: Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Kalibrierung ist, dass das Sensorfrontend auf eine weiße Oberfläche kalibriert wird.

CALIB

RED	GREEN	BLUE	DELTA
3007	3094	2837	257

MAX DELTA OF RAW DATA: 500
SETVALUE FOR R,G,B: 3000
CALC CALIB FACTORS
RAW DATA
CF_RED: 1021
CF_GREEN: 992
CF_BLUE: 1056
SEND CF
GET CF
START SELF CALIBRATION

1. Schritt:
Zuerst muss ein geeigneter **POWER** Wert gefunden werden, so dass sich die Rohdaten **RAW DATA** für **RED**, **GREEN** und **BLUE** im Dynamikbereich befinden (oberes Drittel der Balkenanzeige).

2. Schritt:
Nachdem Sie einen passenden POWER-Wert eingestellt haben, bestimmen Sie einen **SETVALUE FOR R,G,B**. Die Software berechnet nun die Kalibrierungsfaktoren so, dass über die Rohdaten dieser SETVALUE erreicht wird (siehe Rechenbeispiel oben).

3. Schritt:
Bestimmen Sie ein **MAX DELTA OF RAW DATA** (Software schlägt 500 vor).
Die Kalibrierung wird nur zugelassen, wenn das aktuelle **DELTA** der **RAW DATA** kleiner ist als **MAXI DELTA OF RAW DATA**.
DELTA ist das Maximum von **RED**, **GREEN** und **BLUE** minus dem Minimum von **RED**, **GREEN** und **BLUE**. Dies ist erforderlich, um sicher zu gehen, dass die Funktionalität des Sensors gegeben ist und die Kalibrierung auf eine weiße Oberfläche erfolgt.

4. Schritt:
Starten Sie die Kalibrierung durch Drücken von **CAL CALIB FACTORS**. Der Button beginnt Rot zu blinken, gleichzeitig werden über die Schnittstelle 100 Rohdaten aufgezeichnet, von denen der jeweilige Mittelwert von **RED**, **GREEN** und **BLUE** gebildet wird. Anhand dieser Mittelwerte und des **SETVALUES FOR R,G,B** werden die einzelnen Kalibrierungsfaktoren gebildet und in die entsprechenden Edit-Boxen eingetragen. Die Kalibrierungssoftware speichert die berechneten Kalibrierungsfaktoren automatisch in das EEPROM des Sensors. Anschließend wechselt die Software in den GO-Modus und bringt die **RAW DATA** sowie im Hauptpanel die kalibrierten Daten zur Anzeige. Beachten Sie, dass die Werte für **RED**, **GREEN** und **BLUE** im Hauptpanel ungefähr dem Wert vom SETVALUE entsprechen.

Sie können die Kalibrierungsfaktoren **CF_RED, CF_GREEN, CF_BLUE** auch von Hand über die entsprechenden Eingabefelder ändern. Beachten Sie, dass Sie mit **SEND CF** diese Faktoren im EEPROM ablegen. Über **GET CF** werden die aktuell im EEPROM abgespeicherten Kalibrierungsfaktoren abgelesen.

Führt das Drücken von **CALC CALIB FACTORS** nicht zum Erfolg, dann folgen Sie den Hinweisen in den Pop-up-Fenstern.

Eine Kalibrierung war erst dann erfolgreich, wenn folgendes Pop-up-Fenster erscheint:

CALIBRATION PASSED!
Calibration successful!
Calibration factors were sent to the EEPROM of the sensor.
GO mode will be activated.
OK

Durch Drücken von **START SELF CALIBRATION** kann man den Sensor die Kalibrierungsfaktoren selbst berechnen lassen. Man kann hier keinen **SETVALUE** und kein **MAX DELTA** vorgeben.
Nachdem der Sensor die Kalibrierfaktoren berechnet hat, zeigt er sie auf der Oberfläche an. Außerdem zeigt er den **SETVALUE**, den er zur Berechnung herangezogen hat, sowie **MAX DELTA**, das sich bei der Berechnung ergeben hat, in den entsprechenden Eingabefeldern an. Zur Bestätigung der errechneten Kalibrierungsfaktoren muss **SEND CF** gedrückt werden.

2.7.2 Offsetkalibrierung

Damit beim Verwenden der Integralfunktion (Parameter **INTEGRAL**) nicht der elektronische Offset verstärkt wird, kann dieser durch eine Offsetkalibrierung bzw. Nullpunktkalibrierung, eliminiert werden. Die dazu notwendige Registerkarte ist durch ein Passwort geschützt, damit nicht versehentlich etwas verstellt werden kann.

z.B. hier:
Doppelklick mit der rechten Maustaste.

Um zur Offsetkalibrierung zu gelangen, muss in der Registerkarte **CALIBRATE** ein Doppelklick mit der rechten Maustaste irgendwo zwischen den einzelnen Elementen durchgeführt werden

Anschließend wir nach dem Passwort verlangt.
Das Passwort lautet: mellon

Jetzt muss den Anweisungen in der Registerkarte gefolgt werden.

ACHTUNG!
Bei der Offsetkalibrierung ist es sehr wichtig, dass der Empfänger absolut kein Fremdlicht sieht.
Bedecken Sie dazu den Empfänger des Sensors z.B. mit einem schwarzen, Licht undurchlässigem Tuch.

Dies ist absolut notwendig für einen einwandfreien Offsetabgleich.

Drücken Sie jetzt **CALCULATE OFFSET**. Die Offsetwerte für Rot, Grün und Blau sollten bei ca. 3080 plus minus 40 liegen.

Erst jetzt können die Offsetwerte dem Sensor durch Drücken von **SEND OFFSET** gesendet werden.
Über **GET OFFSET** kann man kontrollieren, ob die Daten gesendet wurden.

2.8 Registerkarte SCOPE

In der Registerkarte SCOPE wurde ein Oszilloskop nachgebildet.
Angezeigt werden jetzt wahlweise über **TRIG MODE** die Signale **R G B**, **X Y INT** bzw. **s i M**, das ausgegebene Analogsignal (abhängig von der Einstellung in **ANA OUT**)sowie der Zustand der digitalen Ausgänge.
Durch Drücken von **GET CYCLE TIME** erhält man die aktuelle Sensor Scanfrequenz in **[Hz]** und **[ms]**. Die aktuelle Scanfrequenz muss ermittelt werden, damit **deltaX[ms]** richtig ermittelt werden kann. Man muss dem Sensor zur Ermittlung der richten Scanfrequenz 8 Sekunden Zeit geben, bevor man **GET CYCLE TIME** betätigt.
Im **TRIG MODE = SINGLE SHOT** wird nach Drücken von **SCAN** ein Datenframe aufgezeichnet und im Graphen zur Anzeige gebracht.
Im **TRIG MODE = FALLING EDGE** und **RISING EDGE** kann man eine getriggerte Aufzeichnung mit Drücken von **SCAN** starten. Dabei hat man die Möglichkeit über **TRIGGER LEVEL** einen Trigger-Start festzulegen.
Getriggert wird entweder auf **BLAU**, **INT** oder **M**, je nachdem welches Signal aufgezeichnet werden soll. Dies ist im Graphen die blaue Linie.
Im **TRIG MODE= INTERN C-No.0** startet die Aufzeichnung selbständig, sobald C-No. 0 erkannt wird. Über **TRIG MODE= EXTERN IN0** startet man die Aufzeichnung von extern über den Eingang IN0.
Über **SCAN-RATE** kann man die Aufzeichnung verzögern oder beschleunigen. Dies entspricht, dem bei einem Oszilloskop bekannten TIMEBASE. Über **PRE TRIGGER VALUES** legt man fest, wie viele Werte vorm eigentlichen Trigger-Start noch angezeigt werden sollen.

Durch Halten der Steuerungstaste Strg (CTRL) und Aufziehen eines Fensters mit der Maus im Graphen kann in den Graphen gezoomt werden.
Mit **ZOOM 1:1** wird die Zoomfunktion wieder aufgehoben.

Die beiden orangen Cursor können mit der Maus verschoben werden. Dabei werden die Displays **deltaX[ms]** und **deltaY[digit]** aktualisiert.
deltaX[ms] zeigt die Zeit zwischen den Cursor in X-Richtung.
deltaY[digit] zeigt die Differenz der beiden Cursor in Y-Richtung in Digit.

Unter **SIGNAL** kann man einzelne Kurven darstellen.

Mit **PRINT SCOPE GRAPH** wird der aktuelle Bildschirm, zusammen mit dem Text der im Textfeld **COMMENT** steht, ausgedruckt.

2.9 Graphische Anzeigeelemente

Registerkarte **RGB:**
Aktuelle Rohsignale des 3-fach Empfängers (**Rot**, **Grün**, **Blau**) werden angezeigt.

Registerkarte **INTENSITY:**
Aktuell ermittelte Intensität von **X, Y, INT** bzw. **s, i, M** wird angezeigt.

Registerkarte **2D:**
X/Y bzw. **s/i** Pärchen werden in einem gezoomten Graph angezeigt. Direkt darunter wird die Intensität **INT** bzw. **M** mit dem unter No.: eingestellten Toleranzfenster angezeigt.
Zweiseiten-Ansicht des Farbzylinders im Raum.

Registerkarte **3D:**
Die eingelernten Farbkugeln und die aktuelle Farbposition werden angezeigt. Zur besseren Darstellung wurde eine Dreiseiten-Ansicht mit den Graphen **X/Y (s/i)**, **X/INT (s/M)** und **Y/INT (i/M)** gewählt.

TEMP 27

TEMP:
In diesem Display wird die im Sensorgehäuse herrschende Temperatur angezeigt.
Die Anzeige entspricht **NICHT** Grad Celsius oder Fahrenheit.

delta C -1

delta C:
In diesem Display wird die Abweichung zu einem Farbtreffer angezeigt, **delta C** entspricht dem bei einer Farbmessung errechneten **ΔE**.
Im Auswertemodus **FIRST HIT** entspricht **delta C** der Distanz zu einem Farbtreffer. Wenn keine Farbe getroffen wurde, dann wird **delta C** in Bezug zur letzten, in der Farbtabelle gültigen Farbe errechnet (Abhängig von **MAXCOL-No**.)
Im Auswertemodus **BEST HIT** und **MIN DIST** entspricht **delta C** ebenfalls der Distanz zu einem Farbtreffer. Wenn jedoch keine Farbe erkannt wurde dann nimmt **delta C** den Wert -1 an.
Im Auswertemodus **COL5** wird **delta C** nicht berechnet.
Unterschreitet die aktuelle Intensität (**INT** oder **M**) den Parameter **INTLIM**, dann wird **delta C=-1** angezeigt.

Im **CALCULATION MODE „X Y INT - 2D“** und **„s i M - 2D“** gibt **delta C** die Distanz zur Zylinderachse an und wird wie folgt berechnet:

$$deltaC = \sqrt{X^2 + Y^2} \quad \text{bzw.} \quad deltaC = \sqrt{s^2 + i^2}$$

Im **CALCULATION MODE „X Y INT - 3D“** und **„s i M - 3D“** gibt **delta C** die Distanz zum Kreismittelpunkt an und wird wie folgt berechnet:

$$deltaC = \sqrt{X^2 + Y^2 + INT^2} \quad \text{bzw.} \quad deltaC = \sqrt{s^2 + i^2 + M^2}$$

3. Kurzanleitung zur Bedienung von Farbsensoren über die Software SPECTRO3-SL-Scope V1.1

Diese Anleitung ermöglicht es Ihnen, Farbsensoren der SPECTRO-3-SL Serie schnell über die Software-Oberfläche **SPECTRO3-SL-Scope V1.1** zu teachen.

Es gibt grundsätzlich 2 Methoden eine Farbe zu lernen. Diese Methoden sind über **CALCULATION MODE** einstellbar.

Der **CALCULATION MODE „X Y INT - 3D“ (bzw. „s i M - 3D“)** betrachtet eine **Farbkugel** mit dem Radius **TOL** im Raum. Im Gegensatz dazu betrachtet **der CALCULATION MODE „X Y INT - 2D“** bzw. **„s i M - 2D“** einen **Farbzylinder** mit dem Radius **CTO** bzw. **siTO** und der Höhe **ITO** bzw. **M** im Raum.

Der Lernvorgang ist bei beiden Methoden der gleiche.
Die Farbauswertung nach **„s i M - 2D“** lehnt sich an die Lab Berechnungsmethode an.

INT, M

CALCULATION MODE:

„X Y INT - 3D“
„s i M - 3D“

TOL
(Kugelradius)

P (X, Y, INT)
P (s, i, M)

Y, i

X, s

(0.5 x Zylinderhöhe) **ITO**
MTO

CTO (Zylinderradius)
siTO

CALCULATION MODE:

„X Y INT - 2D“
„s i M - 2D“

Im Folgenden wird ein Teachvorgang mit dem **EVALUATION MODE = BEST HIT** und dem **CALCULATION MODE = „X Y INT - 3D“** beschrieben.

1. Schritt:
Vor Einsatz der Software-Hilfsmittel (graphische Anzeige der Sensorsignale) muss der Sensor so genau wie möglich auf das jeweilige Messobjekt bzw. den Hintergrund von Hand einjustiert werden. Der Referenzabstand des Sensors zum Messobjekt ist dem Datenblatt des jeweiligen Sensortyps zu entnehmen.
Stellen Sie sicher, dass der Sensor angeschlossen und mit der Betriebsspannung versorgt ist. Des Weiteren muss der Messkopf auf die hellste Oberfläche (Papier, Leder, Glas, etc.) der zu lernenden Farben leuchten. Dies ist unbedingt erforderlich, damit dem Sensor ein passender **POWER** Wert eingestellt werden kann.

2. Schritt:
Starten Sie die Software SPECTRO3-SL-Scope V1.1. Bitte prüfen Sie, ob in der Statuszeile rechts unten die Meldung „SPECTRO-3-SL V1.1 xx xxx xx xxxx “ erschienen ist.
Hinweis: Sie erhalten eine Kurzinfo über einzelne Bedienelemente, indem Sie den Maus-Cursor auf das entsprechende Element bewegen und die rechte Maustaste klicken.

3. Schritt:
Vergewissern Sie sich, dass zum Datenaustausch mit dem Sensor vorerst **RAM** und nicht **EEPROM** selektiert ist. (**RAM** ist ein flüchtiger Speicher im Sensor, d.h. Daten gehen nach Ausschalten verloren. **EEPROM** ist ein nichtflüchtiger Speicher im Sensor, d.h. Daten gehen nach Ausschalten nicht verloren.)
Alle weiteren Parameter sollten so eingestellt sein wie im unteren Bild angegeben. Drücken Sie zur Ansicht der Parameter den Reiter **PARA1**. (Siehe dazu auch die Funktion **FILE** im Manual zur SPECTRO3-SL-Scope.)
Drücken Sie nun die Taste **GO**. Es beginnt ein Datenaustausch zwischen Sensor und PC. Die von der Oberfläche diffus zurück reflektierten Anteile für **ROT, GRÜN und BLAU** werden auf der Software-Oberfläche in einem Graphen und in Displays dargestellt.
Stellen Sie den **POWER** Wert und **GAIN** so ein, dass sich mindestens einer der drei Kanäle von der hellsten zu lernenden Farbe im oberen Drittel seines Dynamikbereiches befindet, aber keiner in Sättigung ist. Idealerweise werden **POWER** und **GAIN** so eingestellt, dass **POWER** im Bereich von 300 bis 900 liegt.

ACHTUNG: Nachdem Sie den **POWER** Wert oder **GAIN** verändert haben, müssen Sie dies dem Sensor mitteilen. Drücken Sie dazu die Taste **SEND**. Prüfen Sie die Balken durch erneutes Drücken von **GO**. Wiederholen Sie den Vorgang so oft, bis der **POWER** Wert und **GAIN** passen.
Im optimalen Fall sollten die drei Balken auf weißem Papier etwa gleichauf sein.
Sollten sie zu sehr variieren, muss ein Weißlichtabgleich durchgeführt werden.
(Siehe dazu Manual zur SPECTRO3-SL-Scope auf der mitgelieferten CD.)

Tipp! Es gibt einen Trick, um sehr schnell einen geeigneten **POWER** Wert zu finden. Zeigen Sie dem Sensor die hellste zu lernende Farbe und stellen Sie **POWER MODE = DYNAMIC** ein. Der Sensor versucht einen geeigneten **POWER** Wert zu finden. Kontrollieren Sie das durch Drücken von **GO**. Haben sich die Kanäle „eingependelt" drücken Sie **STOP**. Drücken Sie nun **GET**. Der Power Wert, welcher gefunden wurde, steht jetzt im Funktionsfeld **POWER**. Stellen Sie **POWER MODE = STATIC** ein und drücken Sie auf **SEND**.

4. Schritt:
Aus den Daten Rot, Grün und Blau werden eine **X** und eine **Y** Koordinate sowie eine Intensität **INT** berechnet.
X = (R*4095) / (R+G+B)
Y = (G*4095) / (R+G+B)
INT = (R+G+B) / 3

Drücken Sie nochmals die Taste **GO**, um die aktuellen Daten auszulesen.
Drücken Sie **STOP**, um den Datenaustausch zu stoppen.
Schalten Sie nun über den Reiter **TEACH TABLE** zur **TEACH TABLE** um.
Wählen Sie unter **No.:** eine Zeile aus, auf die die aktuell anliegende Farbe gelernt werden soll.
(**ACHTUNG**: Nur die grün gekennzeichneten Zeilen werden vom Sensor ausgewertet. Wenn Sie mehrere Farben lernen wollen, dann wählen Sie unter dem Parameter **MAXCOL-No.** aus wie viele es sein sollen.)
Drücken Sie nun **TEACH DATA TO**. Die berechneten Werte für **X, Y** und **INT** werden in die **TEACH TABLE** übernommen und zwar in die Zeile, welche Sie unter **No.:** ausgewählt haben.
In den Graphik Displays erscheint eine Dreiseitenansicht einer Farbkugel im Raum. Den Radius dieser Farbkugel können Sie unter **TOL** (Tolerance) einstellen. Zum Ändern von **TOL** führen Sie bitte einen Doppelklick mit der linken Maustaste in der entsprechenden Zelle in der **TEACH TABLE** durch.

Drücken Sie nun wieder die Taste **SEND**, um dem Sensor die gelernte Farbe mitzuteilen. Aktivieren Sie den **GO** Modus wieder. Wenn der Sensor einen Zeilenvektor wiedererkennt (Farbe), wird die entsprechende Zeilennummer unter **C-No:** auf der Software-Oberfläche visualisiert. Der Wert 255 bedeutet, dass keine der gelernten Farben wiedererkannt wurde.

5. Schritt:
Zum Einlernen der weiteren Farben stellen Sie sicher, dass der Messkopf auf diese leuchtet.
Anschließend wiederholen Sie ab Schritt 4.

6. Schritt:
Nachdem Sie alle Kanäle eingelernt haben, selektieren Sie **EEPROM** und drücken **SEND**, damit die Daten im nichtflüchtigen Speicher des Sensors abgelegt werden.

4. Bedienung der TEMPCOMP-Scope Software

Sollte bei einem Firmwareupdate etwas schief gehen, so dass die im EEPROM gespeicherten Temperaturkennlinien verloren gegangen sind, dann ist es notwendig, diese Kennlinien wieder zu erstellen. Dazu benötigen Sie ein File mit den entsprechenden Daten. Dieses File erhalten Sie von Ihrem Lieferanten.

Zur Temperaturkompensation starten Sie bitte die entsprechende, auf der CD mitgelieferte Software **TEMPCOMP-Scope.** Bitte stellen Sie sicher, dass Sie mit dem Sensor verbunden sind. Eventuell müssen Sie die Verbindung über **CONNECT** auswählen. Stellen Sie unter **SELECT SENSOR** den richtigen Sensor ein, sofern dies nicht automatisch erfolgt.

1. Schritt: Laden Sie jetzt über **GET EQUATION** oder **LOAD DATA FILE** das Temperaturkompensations-File, welches Sie von Ihrem Lieferanten erhalten haben.

2. Schritt: Drücken Sie **CALCULATE CURVES**, um die Daten im Graphen anzuzeigen.

3. Schritt: Wählen Sie die sensorinterne Betriebstemperatur (nicht in °C), welche der Sensor bei einer Umgebungstemperatur von 20° hat, fall diese nicht schon automatisch geschehen ist. Der Wert müsste in der File-Bezeichnung enthalten sein.

4. Schritt: Drücken Sie **CALCULATE CALIBRATION CURVES**, um die Ausgleichsgeraden zu berechnen.

5. Schritt: Mit Drücken von **SEND CF** werden die Ausgleichsgeraden im **EEPROM** des Sensors abgelegt.

6. Schritt: Eine erfolgreiche Temperaturkompensation sehen Sie, wenn der Status **SUCCESS** angezeigt wird.

Anmerkung! Wenn Sie das Temperaturkompensations-File nicht gleich zur Hand haben, dann starten Sie einfach die TEMPCOMP-Scope Software. Bauen Sie eine Verbindung auf, soweit noch nicht vorhanden, und drücken Sie einfach **SEND-CF**. Der Sensor funktioniert jetzt wie gehabt, ist jedoch nicht temperaturkompensiert.

5. Externe Triggerung der SPECTRO-3-SL Farbsensoren

Die externe Triggerung erfolgt über den Taster IN0 am SPECTRO-3-SL Gehäuse.

TRIGGER:
Zunächst muss der externe Trigger-Modus am Farbsensor eingestellt werden. Hierzu muss im **TRIGGER** Auswahlfeld die Option **EXT1, EXT2, EXT3, TRANS,** oder **PARA** angewählt werden.

Beachte:
Erst nach Anklicken der SEND Taste wird die neue Einstellung im Sensor aktiviert!

Beachte:	**Der Triggereingang IN0 (Gehäusetaster) ist HIGH aktiv, d.h. ein Trigger-Ereignis wird erkannt, solange IN0 = HIGH (gedrückt) ist.**

HIGH (+24V)
LOW (0V, GND)
(IN0)
Triggering aktiv !
Keine Triggerung !

6. Anschlussbelegung der SPECTRO-3-SL Farbsensoren

Anschluss SPECTRO-3-SL an PC:

4-pol. M5 Buchse (Typ Binder 707)
SPECTRO-3-SL/PC-RS232

Pin-Nr.:		Belegung:
1		+24VDC (+Ub)
2		0V (GND)
3		Rx0
4		Tx0

Anschlusskabel zur Wahl:
cab-las4/PC-…
cab-las4/USB-…
SI-RS232/Ethernet-4-…

Anschluss SPECTRO-3-SL an SPS:

4-pol. M8 Stecker (Typ Binder 768/718)
SPECTRO-3-SL/SPS

Pin-Nr.:	Farbe:	Belegung:
1	braun	+24VDC (± 10%)
2	weiß	OUT0 (Digital 0: typ. 0 … 1V, Digital 1: typ. +Ub – 10%)
3	blau	0V (GND)
4	schwarz	OUT1 (Digital 0: typ. 0 … 1V, Digital 1: typ. +Ub – 10%)

Anschlusskabel:
cab-M8/4-g-…

LED-Display: Digitalausgänge OUT0 und OUT1

OUT1 OUT0	OUT1 OUT0
SPECTRO-3-SL-FIO	SPECTRO-3-DIL-SL SPECTRO-3-FCL-SL

7. RS232 communication protocol

The sensors of the SPECTRO-3-SL series operate with the following **parameters** that are sent to the sensor or read from the sensor in the stated sequence.
Info! 2 bytes (8bit) are one word (16bit).
A second parameter SET can be sent to the sensor. See **TRIGGER=PARA**.

	Parameter	Type	Meaning
Para1:	POWER	Word	Transmitter intensity (0 ... 1000) Attention intensity in thousandth!
Para2:	POWER MODE	Word	Transmitter mode: STATIC, DYNAMIC coded to (0, 1)
Para3:	AVERAGE	Word	Signal averaging 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048, 4096, 8192, 16384 or 32768
Para4:	EVALUATION MODE	Word	Evaluation mode: FIRST HIT, BEST HIT, MIN DIST, COL5 coded to (0,1,2,3)
Para5:	HOLD for C-No: 255	Word	Hold time for failure condition (C-No: 255) coded to (0…100) [ms]
Para6:	INTLIM	Word	Intensity limit (0 ... 4095)
Para7:	MAXCOL-No.	Word	Number of the colours (1,2,3,…,64)
Para8:	DIGITAL OUTMODE	Word	Function of the digital output: OFF, DIRECT HI, BINARY, DIRECT LO coded to (0,1,2,3)
Para9:	TRIGGER	Word	Trigger mode: CONT, SELF, EXT1, EXT2, EXT3, TRANS, PARA coded to (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6)
Para10:	EXTEACH	Word	External teach mode: OFF, ON, STAT1, DYN1 coded to (0,1,2,3)
Para11:	CALCULATION MODE	Word	Calculation mode: „X Y INT - 2D“, „s i M - 2D“, „X Y INT - 3D“, „s i M - 3D“ coded to (0,1,2,3)
Para12:	DYN WIN LO	Word	Low limit for dynamic window when POWER MODE=dynamic (0…4095)
Para13:	DYN WIN HI	Word	High limit for dynamic window when POWER MODE=dynamic (0…4095)
Para14:	COLOR GROUPS	Word	Color groups enable: OFF, ON coded to (0,1)
Para15:	LED MODE	Word	Control for the internal light source DC, AC, OFF coded to (0,1,2)
Para16:	GAIN	Word	Amplification of the integrated receiver AMP1, AMP2, AMP3, AMP4, AMP5, AMP6, AMP7, AMP8 coded to (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)
Para17:	INTEGRAL	Word	Signal integration (1…250)

One row in the Teach Table, Group Table and Hold Table determines a **TEACH VECTOR**.
The sensors of the SPECTRO-3-SL series operate with 64 **TEACH VECTORS** that are sent to the sensor or read from the sensor in two blocks in the stated sequence.
Additional 64 **TEACH VECTORS** can be sent as a second SET. See **TRIGGER=PARA.**

TEACH VECTOR		Type	Meaning
TeachVal1:	Teach Table Row 0 Column 0	Word	X respectively s of row 0
TeachVal2:	Teach Table Row 0 Column 1	Word	Y respectively i of row 0
TeachVal3:	Teach Table Row 0 Column 2	Word	CTO or INT respectively M of row 0
TeachVal4:	Teach Table Row 0 Column 3	Word	INT respectively M or TOL of row 0
TeachVal5:	Teach Table Row 0 Column 4	Word	ITO or free of row 0
TeachVal6:	Group Table Row 0	Word	Group to which row 0 belongs if enabled
TeachVal7:	Hold Table Row 0	Word	Hold time for row 0
TeachVal8:	Free	Word	Send 0 as dummy
TeachVal9:	Teach Table Row 1 Column 0	Word	X respectively s of row 1
TeachVal10:	Teach Table Row 1 Column 1	Word	Y respectively i of row 1
TeachVal11:	Teach Table Row 1 Column 2	Word	CTO or INT respectively M of row 1
…	…	…	…
TeachVal512	Free	Word	Send 0 as dummy

Upon request, the data acquired and processed by the sensor are sent by the sensor in the following sequence.

DATA VALUE		Type	Meaning
DatVal1:	RED	Word	Calibrated and temperature compensated signal from channel red
DatVal2:	GREEN	Word	Calibrated and temperature compensated signal from channel green
DatVal3:	BLUE	Word	Calibrated and temperature compensated signal from channel blue
DatVal4:	X resp. s	Word	Calculated X respectively s value
DatVal5:	Y resp. i	Word	Calculated Y respectively i value
DatVal6:	INT resp. M	Word	Calculated INT respectively M value
DatVal7:	delta C	Word	Distance to a color hit
DatVal8:	C-No:	Word	Detected color
DatVal9:	GRP	Word	Detected group
DatVal10:	TRIG	Word	TRIG is 1 when a trigger condition is given
DatVal11:	TEMP	Word	Temperature in the sensor (**not** in °C or °F)
DatVal12:	RAW RED	Word	None Calibrated and none temperature compensated signal from channel red
DatVal13:	RAW GREEN	Word	None Calibrated and none temperature compensated signal from channel green
DatVal14:	RAW BLUE	Word	None Calibrated and none temperature compensated signal from channel blue
DatVal15:	MIN RED	Word	Calibrated and temperature compensated minimum signal from channel red
DatVal16:	MAX RED	Word	Calibrated and temperature compensated maximum signal from channel red
DatVal17:	MIN GREEN	Word	Calibrated and temperature compensated minimum signal from channel green
DatVal18:	MAX GREEN	Word	Calibrated and temperature compensated maximum signal from channel green
DatVal19:	MIN BLUE	Word	Calibrated and temperature compensated minimum signal from channel blue
DatVal20:	MAX BLUE	Word	Calibrated and temperature compensated maximum signal from channel blue

Digital serial communication is used for the exchange of data between the software running on the PC and the sensor.
For this purpose the control unit features an EIA-232 compatible interface that operates with the (fixed) parameters "**8 data bits, 1 stop bit, no parity bit, no handshake"**.
Five values are available for the baudrate: 9600baud, 19200baud, 38400baud, 57600baud and 115200baud. As an option the PC software also can communicate through TCP/IP or USB. In these cases transparent interface converters must be used that allow a connection to the RS232 interface.

A proprietary protocol format that organises and bundles the desired data is used for all physical connection variants between PC software and control unit. Depending on their type and function the actual data are 16- or 32-bit variables and represent integer or floating-point values. The protocol format consists of 8-bit wide unsigned words ("bytes"). The actual data therefore sometimes must be distributed to several bytes.

The control unit always behaves passively (except if another behaviour has been specifically activated). Data exchange therefore always is initiated by the PC software. The PC sends a data package ("frame") corresponding to the protocol format, either with or without appended data, to which the control unit responds with a frame that matches the request.

The protocol format consists of two components:
A "header" and an optional appendant ("data").
The header always has the same structure.
The first byte is a synchronisation byte and always is 85_{dez} (55_{hex}).
The second byte is the so-called order byte. This byte determines the action that should be performed (send data, save data, etc.).
A 16-bit value (argument) follows as the third and fourth byte. Depending on the order, the argument is assigned a corresponding value.
The fifth and sixth byte again form a 16-bit value. This value states the number of appended data bytes. Without appended data both these bytes are 0_{dez} or 00_{hex}, the maximum number of bytes is 512.
The seventh byte contains the CRC8 checksum of all data bytes (data byte 0 up to and incl. data byte n).
The eight byte is the CRC8 checksum for the header and is formed from bytes 0 up to and incl. 6.
The header always has a total length of 8 bytes. The complete frame may contain between 8 and 520 bytes.

Byte0 Header	Byte1 Header	Byte2 Header	Byte3 Header	Byte4 Header	Byte5 Header	Byte6 Header	Byte7 Header	Byte8 Data	Byte9 Data	…	Byte n+6 Data	Byte n+7 Data
0x55	<order>	<ARG> (lo byte)	<ARG> (hi byte)	<LEN> (lo byte)	<LEN> (hi byte)	CRC8 (Data)	CRC8 (Header)	Data1 (lo byte)	Data1 (hi byte)	…	Data n/2 (lo byte)	Data n/2 (hi byte)

The following **orders** can be sent to the sensor.

Number	ORDER (header byte no. 2)	Example
0	Sensor answers with order=0 if a communication error occurs. ARG=1: Invalid order number was sent to the sensor ARG=2: General communication error (wrong baudrate, overflow, …)	
1	Write parameter to the RAM of the sensor	order=1
2	Read parameter from the RAM of the sensor	order=2
3	Load parameter and actual Baudrate from RAM to EEPROM of the sensor	order=3
4	Load parameter from EEPROM to RAM of the sensor	order=4
5	Read CONNECTION OK from sensor	order=5
6	Free	
7	Read Firmware String from sensor	order=7
8	Read data values from sensor	order=8
30	Start and Stop triggered sending of data frames	order=30
103	Start white light correction and get calibration factors, setvalue and max delta of raw data.	order=103
105	Get cycle time from sensor	order=105
190	Write new baud rate to the sensor	order=190

CRC8 checksum

The so-called "Cyclic Redundancy Check" or CRC is used to verify data integrity. This algorithm makes it possible to detect individual bit errors, missing bytes, and faulty frames. For this purpose a value - the so-called checksum - is calculated over the data (bytes) to be checked and is transmitted together with the data package. Calculation is performed according to an exactly specified method based on a generator polynomial. The length of the checksum is 8 bit (= 1 byte). The generator polynomial is:

$$X^8+X^5+X^4+X^0$$

To verify the data after they have been received, CRC calculation is performed once again. If the sent and the newly calculated CRC values are identical, the data are without error.
The following pseudo code can be used for checksum calculation:

```
calcCRC8 (data[ ], table[ ])
Input:  data[ ], n data of unsigned 8bit
        table[ ], 256 table entries of unsigned 8bit
Output: crc8, unsigned 8bit

crc8   := AAhex
for I := 1 to n do
        idx := crc8 EXOR data[ i ]
        crc8 := table[ idx ]
endfor
return  crc8
```

table[ ]

0	94	188	226	97	63	221	131	194	156	126	32	163	253	31	65
157	195	33	127	252	162	64	30	95	1	227	189	62	96	130	220
35	125	159	193	66	28	254	160	225	191	93	3	128	222	60	98
190	224	2	92	223	129	99	61	124	34	192	158	29	67	161	255
70	24	250	164	39	121	155	197	132	218	56	102	229	187	89	7
219	133	103	57	186	228	6	88	25	71	165	251	120	38	196	154
101	59	217	135	4	90	184	230	167	249	27	69	198	152	122	36
248	166	68	26	153	199	37	123	58	100	134	216	91	5	231	185
140	210	48	110	237	179	81	15	78	16	242	172	47	113	147	205
17	79	173	243	112	46	204	146	211	141	111	49	178	236	14	80
175	241	19	77	206	144	114	44	109	51	209	143	12	82	176	238
50	108	142	208	83	13	239	177	240	174	76	18	145	207	45	115
202	148	118	40	171	245	23	73	8	86	180	234	105	55	213	139
87	9	235	181	54	104	138	212	149	203	41	119	244	170	72	22
233	183	85	11	136	214	52	106	43	117	151	201	74	20	246	168
116	42	200	150	21	75	169	247	182	232	10	84	215	137	107	53

Example order=1: Write parameter to the RAM of the sensor.
<ARG> determines whether you want to save parameter or teach vectors:
ARG = 0 --> Parameter Set 0
ARG = 1 --> Parameter Set 1
ARG = 2 --> Teach Vector Set 0 Row 0…31
ARG = 3 --> Teach Vector Set 0 Row 32..63
ARG = 4 --> Teach Vector Set 1 Row 0…31
ARG = 5 --> Teach Vector Set 2 Row 32..63

DATA FRAME PC → Sensor for Parameter Set 0

Byte0 Header	Byte1 Header	Byte2 Header	Byte3 Header	Byte4 Header	Byte5 Header	Byte6 Header	Byte7 Header	Byte8 Data	Byte9 Data	Byte10 Data	Byte11 Data
0x55	<order>	<ARG> (lo byte)	<ARG> (hi byte)	<LEN> (lo byte)	<LEN> (hi byte)	CRC8 (Data)	CRC8 (Header)	Para1 (lo byte)	Para1 (hi byte)	Para2 (lo byte)	Para2 (hi byte)
85 (dec)	1	0	0	34	0	162	249	244	1	0	0
		ARG=0		LEN=34				Para1=500		Para2=0	

Byte12 Data	Byte13 Data	Byte14 Data	Byte15 Data	Byte16 Data	Byte17 Data	Byte18 Data	Byte19 Data	Byte20 Data	Byte21 Data	Byte22 Data	Byte23 Data
Para3 (lo byte)	Para3 (hi byte)	Para4 (lo byte)	Para4 (hi byte)	Para5 (lo byte)	Para5 (hi byte)	Para6 (lo byte)	Para6 (hi byte)	Para7 (lo byte)	Para7 (hi byte)	Para8 (lo byte)	Para8 (hi byte)
1	0	1	0	10	0	0	0	5	0	0	0
Para3=1		Para4=1		Para5=10		Para6=0		Para7=5		Para8=0	

Byte24 Data	Byte25 Data	Byte26 Data	Byte27 Data	Byte28 Data	Byte29 Data	Byte30 Data	Byte31 Data	Byte32 Data	Byte33 Data	Byte34 Data	Byte35 Data
Para9 (lo byte)	Para9 (hi byte)	Para10 (lo byte)	Para10 (hi byte)	Para11 (lo byte)	Para11 (hi byte)	Para12 (lo byte)	Para12 (hi byte)	Para13 (lo byte)	Para13 (hi byte)	Para14 (lo byte)	Para14 (hi byte)
0	0	0	0	2	0	128	12	228	12	0	0
Para9=0		Para10=0		Para11=2		Para12=3200		Para13=3300		Para14=0	

Byte36 Data	Byte37 Data	Byte38 Data	Byte39 Data	Byte40 Data	Byte41 Data
Para15 (lo byte)	Para15 (hi byte)	Para16 (hi byte)	Para16 (hi byte)	Para17 (lo byte)	Para17 (hi byte)
1	0	8	0	1	0
Para15=1		Para16=8		Para17=1	

DATA FRAME PC → Sensor for Teach Vector Set 0 Row 0…31

Byte0 Header	Byte1 Header	Byte2 Header	Byte3 Header	Byte4 Header	Byte5 Header	Byte6 Header	Byte7 Header	Byte8 Data	Byte9 Data	Byte10 Data	Byte11 Data
0x55	<order>	<ARG> (lo byte)	<ARG> (hi byte)	<LEN> (lo byte)	<LEN> (hi byte)	CRC8 (Data)	CRC8 (Header)	Teach Val1 (lo byte)	Teach Val1 (hi byte)	Teach Val2 (lo byte)	Teach Val2 (hi byte)
85 (dec)	1	2	0	0	2	80	248	1	0	1	0
		ARG=0		LEN=512				TeachVal1=1		TeachVal2=1	

Byte12 Data	Byte13 Data	Byte14 Data	Byte15 Data	Byte16 Data	Byte17 Data	Byte18 Data	Byte19 Data	Byte20 Data	Byte21 Data	Byte22 Data	Byte23 Data
Teach Val3 (lo byte)	Teach Val3 (hi byte)	Teach Val4 (lo byte)	Teach Val4 (hi byte)	Teach Val5 (lo byte)	Teach Val5 (hi byte)	Teach Val6 (lo byte)	Teach Val6 (hi byte)	Teach Val7 (lo byte)	Teach Val7 (hi byte)	Teach Val8 (lo byte)	Teach Val8 (hi byte)
1	0	1	0	1	0	0	0	10	0	0	0
TeachVal3=1		TeachVal4=1		TeachVal5=1		TeachVal6=0		TeachVal7=10		TeachVal8=0	

Byte24 Data	Byte25 Data	Byte26 Data	Byte27 Data	Byte28 Data	Byte29 Data	Byte30 Data	Byte31 Data	Byte32 Data	Byte33 Data	…	…
Teach Val9 (lo byte)	Teach Val9 (hi byte)	Teach Val10 (lo byte)	Teach Val10 (hi byte)	Teach Val11 (lo byte)	Teach Val11 (hi byte)	Teach Val12 (lo byte)	Teach Val12 (hi byte)	Teach Val13 (lo byte)	Teach Val13 (hi byte)	…	…
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	…	…
TeachVal9=1		TeachVal10=1		TeachVal11=1		TeachVal12=1		TeachVal13=1		…	

DATA FRAME Sensor → PC

Byte0 Header	Byte1 Header	Byte2 Header	Byte3 Header	Byte4 Header	Byte5 Header	Byte6 Header	Byte7 Header
0x55	<order>	<ARG> (lo byte)	<ARG> (hi byte)	<LEN> (lo byte)	<LEN> (hi byte)	CRC8 (Data)	CRC8 (Header)
85 (dec)	1	0	0	0	0	170	224
		ARG=0		LEN=0			

If you receive an argument greater than 0, ARG parameter where out of range and have been set to a default value.

Example order=2: Read parameter from the RAM of the sensor.
<ARG> determines whether you want to read parameter or teach vectors:
ARG = 0 --> Parameter Set 0
ARG = 1 --> Parameter Set 1
ARG = 2 --> Teach Vector Set 0 Row 0…31
ARG = 3 --> Teach Vector Set 0 Row 32..63
ARG = 4 --> Teach Vector Set 1 Row 0…31
ARG = 5 --> Teach Vector Set 2 Row 32..63

DATA FRAME PC → Sensor

Byte0 Header	Byte1 Header	Byte2 Header	Byte3 Header	Byte4 Header	Byte5 Header	Byte6 Header	Byte7 Header
0x55	<order>	<ARG> (lo byte)	<ARG> (hi byte)	<LEN> (lo byte)	<LEN> (hi byte)	CRC8 (Data)	CRC8 (Header)
85 (dec)	2	0	0	0	0	170	185
		ARG=0		LEN=0			

DATA FRAME Sensor → PC

Byte0 Header	Byte1 Header	Byte2 Header	Byte3 Header	Byte4 Header	Byte5 Header	Byte6 Header	Byte7 Header	Byte8 Data	Byte9 Data	Byte10 Data	Byte11 Data
0x55	<order>	<ARG> (lo byte)	<ARG> (hi byte)	<LEN> (lo byte)	<LEN> (hi byte)	CRC8 (Data)	CRC8 (Header)	Para1 (lo byte)	Para1 (hi byte)	Para2 (lo byte)	Para2 (hi byte)
85 (dec)	2	0	0	34	0	162	160	244	1	0	0
		ARG=0		LEN=34				Para1=500		Para2=0	

Byte12 Data	Byte13 Data	Byte14 Data	Byte15 Data	Byte16 Data	Byte17 Data	Byte18 Data	Byte19 Data	Byte20 Data	Byte21 Data	Byte22 Data	Byte23 Data
Para3 (lo byte)	Para3 (hi byte)	Para4 (lo byte)	Para4 (hi byte)	Para5 (lo byte)	Para5 (hi byte)	Para6 (lo byte)	Para6 (hi byte)	Para7 (lo byte)	Para7 (hi byte)	Para8 (lo byte)	Para8 (hi byte)
1	0	1	0	10	0	0	0	5	0	0	0
Para3=1		Para4=1		Para5=10		Para6=0		Para7=5		Para8=0	

Byte24 Data	Byte25 Data	Byte26 Data	Byte27 Data	Byte28 Data	Byte29 Data	Byte30 Data	Byte31 Data	Byte32 Data	Byte33 Data	Byte34 Data	Byte35 Data
Para9 (lo byte)	Para9 (hi byte)	Para10 (lo byte)	Para10 (hi byte)	Para11 (lo byte)	Para11 (hi byte)	Para12 (lo byte)	Para12 (hi byte)	Para13 (lo byte)	Para13 (hi byte)	Para14 (lo byte)	Para14 (hi byte)
0	0	0	0	2	0	128	12	228	12	0	0
Para9=0		Para10=0		Para11=2		Para12=3200		Para13=3300		Para14=0	

Byte36 Data	Byte37 Data	Byte38 Data	Byte39 Data	Byte40 Data	Byte41 Data
Para15 (lo byte)	Para15 (hi byte)	Para16 (hi byte)	Para16 (hi byte)	Para17 (lo byte)	Para17 (hi byte)
1	0	8	0	1	0
Para15=1		Para16=8		Para17=1	

Example order=3: Load parameter and actual Baudrate from RAM to EEPROM of the sensor.

DATA FRAME PC → Sensor

Byte0 Header	Byte1 Header	Byte2 Header	Byte3 Header	Byte4 Header	Byte5 Header	Byte6 Header	Byte7 Header
0x55	<order>	<ARG> (lo byte)	<ARG> (hi byte)	<LEN> (lo byte)	<LEN> (hi byte)	CRC8 (Data)	CRC8 (Header)
85 (dec)	3	0	0	0	0	170	142
		ARG=0		LEN=0			

- DATA FRAME Sensor → PC
-

Byte0 Header	Byte1 Header	Byte2 Header	Byte3 Header	Byte4 Header	Byte5 Header	Byte6 Header	Byte7 Header
0x55	<order>	<ARG> (lo byte)	<ARG> (hi byte)	<LEN> (lo byte)	<LEN> (hi byte)	CRC8 (Data)	CRC8 (Header)
85 (dec)	3	0	0	0	0	170	142
		ARG=0		LEN=0			

Example order=4: Load parameter from EEPROM to RAM of the sensor.

DATA FRAME PC → Sensor

Byte0 Header	Byte1 Header	Byte2 Header	Byte3 Header	Byte4 Header	Byte5 Header	Byte6 Header	Byte7 Header
0x55	<order>	<ARG> (lo byte)	<ARG> (hi byte)	<LEN> (lo byte)	<LEN> (hi byte)	CRC8 (Data)	CRC8 (Header)
85 (dec)	4	0	0	0	0	170	11
		ARG=0		LEN=0			

DATA FRAME Sensor → PC

Byte0 Header	Byte1 Header	Byte2 Header	Byte3 Header	Byte4 Header	Byte5 Header	Byte6 Header	Byte7 Header
0x55	<order>	<ARG> (lo byte)	<ARG> (hi byte)	<LEN> (lo byte)	<LEN> (hi byte)	CRC8 (Data)	CRC8 (Header)
85 (dec)	4	0	0	0	0	170	11
		ARG=0		LEN=0			

Example order=5: Read CONNECTION OK from sensor.

DATA FRAME PC → Sensor

Byte0 Header	Byte1 Header	Byte2 Header	Byte3 Header	Byte4 Header	Byte5 Header	Byte6 Header	Byte7 Header
0x55	<order>	<ARG> (lo byte)	<ARG> (hi byte)	<LEN> (lo byte)	<LEN> (hi byte)	CRC8 (Data)	CRC8 (Header)
85 (dec)	5	0	0	0	0	170	60
		ARG=0		LEN=0			

DATA FRAME Sensor → PC

Byte0 Header	Byte1 Header	Byte2 Header	Byte3 Header	Byte4 Header	Byte5 Header	Byte6 Header	Byte7 Header
0x55	<order>	<ARG> (lo byte)	<ARG> (hi byte)	<LEN> (lo byte)	<LEN> (hi byte)	CRC8 (Data)	CRC8 (Header)
85 (dec)	5	170	0	0	0	170	178
		ARG=170		LEN=0			

Example order=7: Read Firmware String from sensor

DATA FRAME PC → Sensor

Byte0 Header	Byte1 Header	Byte2 Header	Byte3 Header	Byte4 Header	Byte5 Header	Byte6 Header	Byte7 Header
0x55	<order>	<ARG> (lo byte)	<ARG> (hi byte)	<LEN> (lo byte)	<LEN> (hi byte)	CRC8 (Data)	CRC8 (Header)
85 (dec)	7	0	0	0	0	170	82
		ARG=0		LEN=0			

DATA FRAME Sensor → PC

Byte0 Header	Byte1 Header	Byte2 Header	Byte3 Header	Byte4 Header	Byte5 Header	Byte6 Header	Byte7 Header	Byte8 Data	Byte9 Data	Byte10 Data	Byte11 Data
0x55	<order>	<ARG> (lo byte)	<ARG> (hi byte)	<LEN> (lo byte)	<LEN> (hi byte)	CRC8 (Data)	CRC8 (Header)	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII
85 (dec)	7	0	0	72	0	183	38	F	I	R	M
		ARG=0		LEN=72							

Byte12 Data	Byte13 Data	Byte14 Data	Byte15 Data	Byte16 Data	Byte17 Data	Byte18 Data	Byte19 Data	Byte20 Data	Byte21 Data	Byte22 Data	Byte23 Data
ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII
W	A	R	E		S	T	R	I	N	G	

Byte24 Data	Byte25 Data	Byte26 Data	Byte27 Data	Byte28 Data	Byte29 Data	Byte30 Data	Byte31 Data	Byte32 Data	Byte33 Data	Byte34 Data	Byte35 Data
ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII
											R

Byte36 Data	Byte37 Data	Byte38 Data	Byte39 Data	Byte40 Data	Byte41 Data	Byte42 Data	Byte43 Data	Byte44 Data	Byte45 Data	Byte46 Data	Byte47 Data
ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII
T	:	K	W	x	x	/	x	x			

Byte48 Data	Byte49 Data	Byte50 Data	Byte51 Data	Byte52 Data	Byte53 Data	Byte54 Data	Byte55 Data	Byte56 Data	Byte57 Data	Byte58 Data	Byte59 Data
ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII

Byte60 Data	Byte61 Data	Byte62 Data	Byte63 Data	Byte64 Data	Byte65 Data	Byte66 Data	Byte67 Data	Byte68 Data	Byte69 Data	Byte70 Data	Byte71 Data
ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII

Byte72 Data	Byte73 Data	Byte74 Data	Byte75 Data	Byte76 Data	Byte77 Data	Byte78 Data	Byte79 Data	Byte80 Data	Byte81 Data
ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII	ASCII

Example order=8: Read data values from sensor.

DATA FRAME PC → Sensor

Byte0 Header	Byte1 Header	Byte2 Header	Byte3 Header	Byte4 Header	Byte5 Header	Byte6 Header	Byte7 Header
0x55	<order>	<ARG> (lo byte)	<ARG> (hi byte)	<LEN> (lo byte)	<LEN> (hi byte)	CRC8 (Data)	CRC8 (Header)
85 (dec)	8	0	0	0	0	170	118
		ARG=0		LEN=0			

DATA FRAME Sensor → PC

Byte0 Header	Byte1 Header	Byte2 Header	Byte3 Header	Byte4 Header	Byte5 Header	Byte6 Header	Byte7 Header	Byte8 Data	Byte9 Data	Byte10 Data	Byte11 Data
0x55	<order>	<ARG> (lo byte)	<ARG> (hi byte)	<LEN> (lo byte)	<LEN> (hi byte)	CRC8 (Data)	CRC8 (Header)	DatVal1 (lo byte)	DatVal1 (hi byte)	DatVal2 (lo byte)	DatVal2 (hi byte)
85 (dec)	8	0	0	40	0	175	248	246	11	180	7
		ARG=0		LEN=40				DatVal=3062		DatVal =1972	

Byte12 Data	Byte13 Data	Byte14 Data	Byte15 Data	Byte16 Data	Byte17 Data	Byte18 Data	Byte19 Data	Byte20 Data	Byte21 Data	Byte22 Data	Byte23 Data
DatVal3 (lo byte)	DatVal3 (hi byte)	DatVal4 (lo byte)	DatVal4 (hi byte)	DatVal5 (lo byte)	DatVal5 (hi byte)	DatVal6 (lo byte)	DatVal6 (hi byte)	DatVal7 (lo byte)	DatVal7 (hi byte)	DatVal8 (lo byte)	DatVal8 (hi byte)
185	5	137	7	218	4	118	8	255	255	255	0
DatVal3=1465		DatVal4=1929		DatVal5=1242		DatVal6=2166		DatVal7=65535		DatVal8=255	

Byte24 Data	Byte25 Data	Byte26 Data	Byte27 Data	Byte28 Data	Byte29 Data	Byte30 Data	Byte31 Data	Byte32 Data	Byte33 Data	Byte34 Data	Byte35 Data
DatVal 9 (lo byte)	DatVal 9 (hi byte)	DatVal 10 (lo byte)	DatVal 10 (hi byte)	DatVal 11 (lo byte)	DatVal 11 (hi byte)	DatVal 12 (lo byte)	DatVal 12 (hi byte)	DatVal 13 (lo byte)	DatVal 13 (hi byte)	DatVal 14 (lo byte)	DatVal 14 (hi byte)
255	0	0	0	23	0	246	11	180	7	185	5
DatVal9=255		DatVal10=0		DatVal11=23		DatVal12=3062		DatVal13=1972		DatVal14=1465	

Byte36 Data	Byte37 Data	Byte38 Data	Byte39 Data	Byte40 Data	Byte41 Data	Byte42 Data	Byte43 Data	Byte44 Data	Byte45 Data	Byte46 Data	Byte47 Data
DatVal 15 (lo byte)	DatVal 15 (hi byte)	DatVal 16 (lo byte)	DatVal 16 (hi byte)	DatVal 17 (lo byte)	DatVal 17 (hi byte)	DatVal 18 (lo byte)	DatVal 18 (hi byte)	DatVal 19 (lo byte)	DatVal 19 (hi byte)	DatVal 20 (lo byte)	DatVal 20 (hi byte)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DatVal15=0		DatVal16=0		DatVal17=0		DatVal18=0		DatVal19=0		DatVal20=0	

Example order=30: Start and Stop triggered sending of data frames

Start triggered sending of data frames
DATA FRAME PC → Sensor

Byte0 Header	Byte1 Header	Byte2 Header	Byte3 Header	Byte4 Header	Byte5 Header	Byte6 Header	Byte7 Header
0x55	<order>	<ARG> (lo byte)	<ARG> (hi byte)	<LEN> (lo byte)	<LEN> (hi byte)	CRC8 (Data)	CRC8 (Header)
85 (dec)	30	1	0	0	0	170	82
		ARG=1		LEN=0			

DATA FRAME Sensor → PC

Byte0 Header	Byte1 Header	Byte2 Header	Byte3 Header	Byte4 Header	Byte5 Header	Byte6 Header	Byte7 Header
0x55	<order>	<ARG> (lo byte)	<ARG> (hi byte)	<LEN> (lo byte)	<LEN> (hi byte)	CRC8 (Data)	CRC8 (Header)
85 (dec)	30	1	0	0	0	170	82
		ARG=1		LEN=0			

Stop triggered sending of data frames
DATA FRAME PC → Sensor

Byte0 Header	Byte1 Header	Byte2 Header	Byte3 Header	Byte4 Header	Byte5 Header	Byte6 Header	Byte7 Header
0x55	<order>	<ARG> (lo byte)	<ARG> (hi byte)	<LEN> (lo byte)	<LEN> (hi byte)	CRC8 (Data)	CRC8 (Header)
85 (dec)	30	0	0	0	0	170	159
		ARG=0		LEN=0			

DATA FRAME Sensor → PC

Byte0 Header	Byte1 Header	Byte2 Header	Byte3 Header	Byte4 Header	Byte5 Header	Byte6 Header	Byte7 Header
0x55	<order>	<ARG> (lo byte)	<ARG> (hi byte)	<LEN> (lo byte)	<LEN> (hi byte)	CRC8 (Data)	CRC8 (Header)
85 (dec)	30	0	0	0	0	170	159
		ARG=0		LEN=0			

Example order=103: Start white light correction and get calibration factors, setvalue and max delta of raw data.

DATA FRAME PC → Sensor

Byte0 Header	Byte1 Header	Byte2 Header	Byte3 Header	Byte4 Header	Byte5 Header	Byte6 Header	Byte7 Header
0x55	<order>	<ARG> (lo byte)	<ARG> (hi byte)	<LEN> (lo byte)	<LEN> (hi byte)	CRC8 (Data)	CRC8 (Header)
85 (dec)	103	0	0	0	0	170	145
		ARG=0		LEN=0			

DATA FRAME Sensor → PC

Byte0 Header	Byte1 Header	Byte2 Header	Byte3 Header	Byte4 Header	Byte5 Header	Byte6 Header	Byte7 Header	Byte8 Data	Byte9 Data	Byte10 Data	Byte11 Data
0x55	<order>	<ARG> (lo byte)	<ARG> (hi byte)	<LEN> (lo byte)	<LEN> (hi byte)	CRC8 (Data)	CRC8 (Header)	CF RED (lo byte)	CF RED (hi byte)	CF GREEN (lo byte)	CF GREEN (hi byte)
85 (dec)	103	0	0	10	0	212	28	228	3	223	3
		ARG=0		LEN=28				CF_RED = 996		CF_GREEN = 991	

Byte12 Data	Byte13 Data	Byte14 Data	Byte15 Data	Byte16 Data	Byte17 Data
CF BLUE (lo byte)	CF BLUE (hi byte)	SET VALUE (lo byte)	SET VALUE (hi byte)	MAX DELTA (lo byte)	MAX DELTA (hi byte)
65	4	134	12	43	1
CF_BLUE = 1089		SETVALUE = 3206		MAX DELTA = 299	

Example order=105: Get cycle time from sensor

DATA FRAME PC → Sensor

Byte0 Header	Byte1 Header	Byte2 Header	Byte3 Header	Byte4 Header	Byte5 Header	Byte6 Header	Byte7 Header
0x55	<order>	<ARG> (lo byte)	<ARG> (hi byte)	<LEN> (lo byte)	<LEN> (hi byte)	CRC8 (Data)	CRC8 (Header)
85 (dec)	105	0	0	0	0	170	130
		ARG=0		LEN=0			

DATA FRAME Sensor → PC

Byte0 Header	Byte1 Header	Byte2 Header	Byte3 Header	Byte4 Header	Byte5 Header	Byte6 Header	Byte7 Header	Byte8 Data	Byte9 Data	Byte10 Data	Byte11 Data
0x55	<order>	<ARG> (lo byte)	<ARG> (hi byte)	<LEN> (lo byte)	<LEN> (hi byte)	CRC8 (Data)	CRC8 (Header)	lo word lo byte	lo word hi byte	hi word lo byte	hi word hi byte
85 (dec)	105	0	0	8	0	206	163	40	28	2	0
		ARG=0		LEN=8				CYCLE COUNT = 138280			

Byte12 Data	Byte13 Data	Byte14 Data	Byte15 Data
lo word lo byte	lo word hi byte	hi word lo byte	hi word hi byte
144	1	0	0
COUNTER TIME = 400			

Cycle Time [Hz] = CYCLE COUNT / (COUNTER TIME * 0,01)

Cycle Time [ms] = (COUNTER TIME * 0,01) / CYCLE COUNT

Example order=190: Write new baud rate to the sensor.

DATA FRAME PC → Sensor

Byte0 Header	Byte1 Header	Byte2 Header	Byte3 Header	Byte4 Header	Byte5 Header	Byte6 Header	Byte7 Header
0x55	<order>	<ARG> (lo byte)	<ARG> (hi byte)	<LEN> (lo byte)	<LEN> (hi byte)	CRC8 (Data)	CRC8 (Header)
85 (dec)	190	1	0	0	0	170	14
		ARG=1		LEN=0			

New baud rate is determined by argument.
ARG=0: baud rate = 9600
ARG=1: baud rate = 19200
ARG=2: baud rate = 38400
ARG=3: baud rate = 57600
ARG=4: baud rate = 115200

DATA FRAME Sensor → PC

Byte0 Header	Byte1 Header	Byte2 Header	Byte3 Header	Byte4 Header	Byte5 Header	Byte6 Header	Byte7 Header
0x55	<order>	<ARG> (lo byte)	<ARG> (hi byte)	<LEN> (lo byte)	<LEN> (hi byte)	CRC8 (Data)	CRC8 (Header)
85 (dec)	190	0	0	0	0	170	195
		ARG=0		LEN=0			